

BEZIEHUNGEN ZWISCHEN SPERMA-
UND FRUCHTBARKEITSMERKMALEN
BEI BESAMUNGSBULLEN
AN DER BESAMUNGSSTATION
DER FIRMA MEGGLE,
REITMEHRING-ROTTMOOS

Martin Ziegler

Dass
München
81

Aus dem Institut für Tierzucht und Tierhygiene
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München

Lehrstuhl für Tierzucht

Vorstand: Professor Dr. H. Kräußlich

BEZIEHUNGEN ZWISCHEN SPERMA- UND FRUCHTBARKEITSMERKMALEN
BEI BESAMUNGSBULLEN AN DER BESAMUNGSSTATION DER FIRMA
MEGGLE, REITMEHRING-ROTTMOOS

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von

Martin Ziegler

aus

Aidenbach

München 1984

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan:	Prof. Dr. W. Leidl
Referent:	Prof. Dr. H. Kräußlich
Korreferent:	Prof. Dr. K. Walser

Tag der Promotion: 27. Juli 1984

INHALTSVERZEICHNIS

	Seite
1. EINLEITUNG	1
2. LITERATUR	2
2.1 Spermabeurteilung an Besamungsstationen	2
2.2 Einflüsse auf die Spermaqualität	6
2.2.1 Rasse und Alter	6
2.2.2 Klima und Jahreszeit	10
2.2.3 Sprungmanagement	12
2.2.4 Fütterung	15
2.2.5 Primäre Geschlechtsmerkmale	19
2.2.6 Erkrankungen am männlichen Genitale oder andere Erkrankungen	21
2.3 Zusammenhänge zwischen der Non-Return-Rate und den Spermamerkmalen von in der Besa- mung eingesetztem Sperma	21
2.3.1 Anzahl Spermien pro Dosis, Konfektionie- rung und Aufbewahrungsdauer	21
2.3.2 Spermamerkmale	25
2.3.3 Einfluß der Selektion des Spermas auf die Non-Return-Rate	27
2.4 Einflüsse des weiblichen Tieres auf die Befruchtungsfähigkeit des Spermas	29
2.5 Einfluß des Bullen auf Befruchtung und embryonalen Fruchttod	30
2.6 Wiederholbarkeit und Heritabilität der Parameter für männliche Fruchtbarkeit	33
3. MATERIAL UND METHODE	40
3.1 Allgemeines	40
3.2 Arbeitsweise der Besamungsstation Meggle	40
3.3 Datenerfassung	41
3.4 Materialbeschreibung	44
3.5 Statistische Methoden	63

	Seite
4. ERGEBNISSE	74
4.1 Spermamerkmale	74
4.1.1 Systematische Einflüsse auf die Sperma- merkmale	74
4.1.2 Beziehungen zwischen den Spermamerkmale	76
4.1.3 Wiederholbarkeit von Spermamerkmale	76
4.2 Zusammenhang zwischen Spermamerkmale und Fruchtbarkeitsparametern	81
4.2.1 Beziehungen zwischen Ejakulatdurchschnitt- ten für Spermamerkmale und Non-Return-Raten, bezogen auf die Einzelbesamung	81
4.2.2 Beziehungen zwischen Ejakulatdurchschnitten für Spermamerkmale und Durchschnittswerte von Non-Return-Raten pro Ejakulat	82
4.3 Variation der Non-Return-Raten zwischen Bullen und zwischen Ejakulaten inner- halb Bullen	85
4.4 Produktionsmerkmale der KB-Station	87
4.4.1 Systematische Einflüsse auf die Produktions- merkmale	87
4.4.2 Beziehungen zwischen verschiedenen Produk- tionsmerkmalen und Produktionsmerkmalen und Non-Return-Raten	88
5. DISKUSSION UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	91
6. ZUSAMMENFASSUNG	103
7. SUMMARY	105
8. LITERATURVERZEICHNIS	107

1. Einleitung

Am Material der Besamungsstation der Firma Meggle in Reitmehring-Rottmoos sind von GASTBINGER (1980) und RÖSCH (1984) genetisch-statistische Verfahren für die Zuchtwertschätzung von Fruchtbarkeitsleistungen entwickelt worden. Die Schätzung der männlichen Fruchtbarkeit wird anhand des Durchschnitts der Non-Return-Rate eines Bullen mit einem fixen Bezugspunkt (i. d. R. 60 oder 90 Tage) vorgenommen. Durch die Vorselektion des Spermas und der Besamungsbullen wird jedoch die genetische Variation der männlichen Fruchtbarkeit stark verkleinert. Der Zweck dieser Vorselektion ist, möglichst in der Fruchtbarkeit standardisiertes Sperma für die künstliche Besamung zur Verfügung zu haben. Die signifikanten Unterschiede in den Non-Return-Raten von Bullen zeigen jedoch, daß dies nur mit Einschränkungen möglich ist.

In dieser Arbeit soll anhand eines Teilmaterials der Besamungsstation Meggle, Reitmehring-Rottmoos, eine Analyse der Sperma-merkmale durchgeführt werden, um das Ausmaß der Selektion deutlich zu machen. Außerdem soll der Einfluß der routinemäßig erhobenen Sperma-merkmale auf die männliche Fruchtbarkeit, ausgedrückt als Non-Return-Rate, bestimmt werden, und die Variation der Fruchtbarkeit zwischen Bullen und zwischen Ejakulaten innerhalb Bullen geschätzt werden. Diese Erkenntnisse sind für die Zuchtwertschätzung von Bullen von großer Bedeutung.

Zusätzlich werden die für die Wirtschaftlichkeit und Betriebsplanung der Besamungsstation maßgeblichen Spermaproduktionsmerkmale von Bullen bestimmt und analysiert. Als Kriterien der Produktionsleistung eines Bullen in einem bestimmten Zeitraum dienen in erster Linie die produzierten Pailletten und die daraus zu erwartenden Kälber sowie die ausgeführten Sprünge und die verworfenen Ejakulate.

2. Literatur

2.1 Sperma-beurteilung an Besamungsstationen

Die in diesem Abschnitt aufgeführten Arbeiten sollen einen Überblick über die Methoden der Sperma-beurteilung geben. Wegen der großen Zahl solcher Arbeiten ist es hier nur möglich solche Autoren zu zitieren, die den Zusammenhang zwischen Sperma-beurteilung und Befruchtungsergebnissen aufzeigen und dabei die gebräuchlichsten Methoden der Sperma-beurteilung, insbesondere an Besamungsstationen beschreiben.

MANN und LUTWAK-MANN (1977) erörtern das Problem der Beurteilung der Samenqualität. Das Überzeugendste, aber am schwierigsten zu erfassende Kriterium männlicher Fruchtbarkeit ist die Fähigkeit, das Ei zu befruchten. Sie bezeichnen zahlreiche Labortests als zuverlässige Indikatoren der Samenqualität. Diese basieren auf Kriterien wie der Feststellung von Samenvolumen, Konzentration der Samenzellen, Verhältnis zwischen beweglichen und unbeweglichen Samenzellen, Grad der Bewegungsaktivität, Anzahl pathologischer Spermienformen, Kontamination mit Mikroorganismen, Leukozyten und anderem Material, sowie der chemischen Analyse des Seminalplasmas. Coulter Counter, Absorptionsmesser, Photomultiplier, Fernsehscanning und bildanalysierender Computer haben die Exaktheit der Messungen stark verbessert. Ultrastrukturelle und biochemische Untersuchungen von Spermien sowie bestimmter Organellen runden das morphologische Bild ab.

KRAUSE (1977) teilt die biologische Untersuchung des Spermas in die drei Abschnitte makroskopische, mikroskopische und chemisch-physikalische Untersuchung ein. Er stellt Mindestanforderungen an die Sperma-befunde, die auf langjährigen systematischen Untersuchungen der Ejakulate von Zuchtbullen aller Altersklassen basieren. Insbesondere lassen geringfügige Abweichungen von der Norm jedoch nicht mit Sicherheit auf eine herabgesetzte Fruchtbarkeit oder Unfruchtbarkeit des Bullen schließen. Erfahrungsgemäß weisen solche Bullen aber mit hoher Wahrscheinlichkeit verminderte Fruchtbarkeit auf.

VAN DER HORST et al. (1979) prüfen bei einer kompletten Samenuntersuchung folgende Charakteristika:

Volumen, Farbe, Motilität (Einzel- und Massenbewegung),
Dichte, Morphologie, Anteil lebender Spermien und die
Lebensdauer

Bei Tiefgefriersamen wird zusätzlich die Motilität sofort nach dem Auftauen und nach einer fünfstündigen Aufbewahrung bei 38 °C geschätzt. Erfüllt der Bulle die Normen dieser Untersuchung und besitzt trotzdem eine herabgesetzte Fruchtbarkeit oder ist unfruchtbar, so schlagen die Autoren eine weiterführende biochemische Untersuchung vor.

Nach VAN DUIJN (1971) wird die potentielle Befruchtungsfähigkeit eines männlichen Tieres von folgenden primären Spermamerkmalen bestimmt:

1. Gesamtzahl der ejakulierten Spermien
2. mittlere Geschwindigkeit normal beweglicher Spermien
3. Anteil strukturell und funktionell normaler Spermien
4. Geschwindigkeit, mit der die Spermien altern.

Nach HAASE und BACH (1979) ist mit den üblicherweise ermittelten Spermamerkmalen nur eine bedingte Aussage des Befruchtungserfolgs möglich. Das Unterschreiten bestimmter Grenzwerte schränkt das Befruchtungsvermögen des Spermas mit Sicherheit ein.

GALLOWAY und NORMAN (1980) führen zur Bestimmung der Spermaqualität folgende Laboruntersuchungen durch:

Bestimmung der Dichte, Lebend-Tot-Färbung, Morphologie der Spermienköpfe, -mittelstücke und -schwänze, zelluläre Beimengungen.

EVERETT und BEAN (1982) beurteilen die Ejakulate von Bullen nach Volumen, Konzentration der Spermien pro Milliliter, Prozentsatz beweglicher Spermien und Gesamtspermienzahl.

UZU et al. (1976) untersuchen mit Hilfe eines Elektronenmikroskops die Ejakulate von Bullen einer KB-Station, die in der NR 60-90 unter bzw. über dem Stationsdurchschnitt liegen. Innerhalb der

Gruppen werden keine Unterschiede in der Gesamtzahl abnormer Spermien festgestellt. Der Unterschied von 4,1 Prozent abnormer Spermien ist jedoch zwischen den Gruppen signifikant.

BOEHNKE et al. (1978 b) prüfen im Rahmen einer experimentellen Hitzebelastung die Aussagekraft von spermatologischen Parametern. Sie verzichten auf eine Einzeldiagnose und klassifizieren statt dessen Bullengruppen in einer zusammenfassenden Rangordnung. Von 22 verschiedenen Parametern der Spermaqualität dienen folgende als Grundlage:

- Prozentsatz vorwärtsbeweglicher Samenzellen
- Farbstoffabsorptionstest

Anteil der Spermien mit normalem apikalem Rand der Kopfkappe. Mit diesen drei Parametern sowie dem Ejakulatvolumen und der Dichte können bei ähnlichen Versuchen (Rassenvergleiche, Arzneimittelprüfungen) hinreichend aussagefähige Ergebnisse gewonnen werden. Weniger aufschlußreich sind u. a. pH-Wert, intrazelluläre GOT-Aktivität, Anteil morphologisch abweichender Spermien, Anteil sekundärer Veränderungen und Massenbewegung.

Eine biochemische Methode, mit der die Spermaqualität besser erfaßt werden soll, ist die Bestimmung der Adenosinnukleotide im Sperma mit Hilfe des Biolumineszenzverfahrens (KÄHN et al., 1982 a). Obwohl zwischen ATP-Gehalt, Motilität und Lebend-Tot-Anteil der Spermien eines Ejakulats große Übereinstimmung besteht, wird diese Methode in der routinemäßigen Überwachung der Spermaqualität noch nicht eingesetzt (KÄHN et al., 1982 b; CUEVAS, 1982).

Tabelle 1 gibt eine Übersicht über die Mindestanforderungen an verschiedene Spermamerkmale.

Tabelle 1: Zusammenstellung von Anforderungen an die Spermaqualität

Autor	Untergrenze für				Obergrenze für			
	Volumen		Dichte	Anteil vorwärtsbeweglicher Spermien		Anteil toter Spermien	Anteil morphologisch veränderter Spermien	
	Jung- bülle	Alt- bülle		nativ	nach Tief- gefrieren		ins- gesamt	davon veränderte Köpfe
	ml	ml	10 ⁶ Sp./mm ³	Prozent	Prozent	Prozent	Prozent	Prozent
Almqvist u. Amann (1976)			0,396	40				
Bratton u. Foote (1954)			0,9	70				
Eibl (1959)	2			70		15 - 20		
Everett u. Bean (1982)			0,4	50	30		20	
Götze (1949)								
Krause (1977)	2	4	0,6	70	50	25	20	5 10
Kupferschmied et al. (1981)					40			
Lagerlöf (1934)							18	
Leidl et al. (1971)							10	
Lühmann et al. (1973)	1,5		0,4	40				
Müller (1982)	2		0,8	60			20	

2.2 Einflüsse auf die Spermaqualität

2.2.1 Rasse und Alter

Tabelle 2 zeigt die Entwicklung von Ejakulatvolumen und Spermienkonzentration in Abhängigkeit von Rasse und Alter.

Um den Einfluß der Rasse auf die Spermaeigenschaften bei Bullen zu prüfen, sind eine Reihe von Untersuchungen durchgeführt worden.

MÜLLER und SZILAGYI (1963) stellen einen signifikanten Einfluß der Rasse auf das Ejakulatvolumen fest. Volumen und Gesamtspermienzahl von Jungbullen sind beim Fleckvieh (4,26 ml; $6,71 \times 10^9$ Spermien pro Ejakulat) geringer als beim Braunvieh (5,69 ml; $8,47 \times 10^9$ Spermien pro Ejakulat).

KUPFERSCHMIED (1975) führt einen Rassenvergleich von 22 bis 24 Monate alten Besamungstieren durch, wobei sich gewisse Rassenunterschiede herausstellen. Auffallend niedrig sind die Werte für Volumen, Konzentration und Gesamtspermienzahl beim Eringer Vieh gegenüber den Rassen Braunvieh, Schwarzfleckvieh, Simmentaler Fleckvieh und Simmentaler Kreuzungstieren mit 50 bzw. 75 Prozent Red-Holstein-Blutanteil.

LÜHMANN et al. (1973) stellen bei Jungbullen der Rassen Deutsches Schwarzbuntes Rind und Deutsches Fleckvieh bzw. den Kreuzungen Jersey x Deutsches Schwarzbuntes Rind und Jersey x Deutsches Fleckvieh geringe genotypische und erhebliche individuelle Unterschiede in den Spermaeigenschaften Volumen und Anteil abnormer Spermien fest. Dagegen sind bei Spermienkonzentration, Anzahl vorwärtsbeweglicher Spermien die Unterschiede zwischen den Genotypen deutlich höher als die individuellen Unterschiede.

ROSENHAHN und MÄCKLE (1967) dagegen finden für dieselben Spermaeigenschaften zwischen schwarzbunten und rotbunten Bullen keine rassenspezifischen Unterschiede.

Tabelle 2: Spermaerkmale in Abhängigkeit von Alter und Rasse

Ejakulatvolumen (ml)

Autor	Rasse	Anzahl Bullen	A l t e r in Monaten											
			13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-42	43-45	
Müller u. Szilagyi (1963)	Fleckvieh	6		3,2	3,8	4,0	4,5	4,8	4,7	5,1	4,9	5,4	5,2	
	Braunvieh	6		4,2	4,5	4,9	5,3	5,8	5,8	6,1	6,6	7,1	6,7	
Kupferschmied (1975)	Simmentaler Fleckvieh	385	3,6	4,5	5,0	5,4	5,7	5,9	6,0	6,2	6,4	6,8	7,0	
Almquist u. Amann (1976)	Holstein Friesian	20	3,0	3,5	3,9	4,2								

-7-

Spermienkonzentration ($10^6/\text{mm}^3$)

Autor	Rasse	Anzahl Bullen	A l t e r in Monaten											
			13-15	16-18	19-21	22-24	25-27	28-30	31-33	34-36	37-39	40-42	43-45	
Müller u. Szilagyi (1963)	Fleckvieh	6		1,32	1,42	1,48	1,48	1,48	1,48	1,51	1,48	1,48	1,51	1,48
	Braunvieh	6		1,37	1,42	1,48	1,48	1,46	1,51	1,51	1,55	1,51	1,51	1,51
Kupferschmied (1975)	Simmentaler Fleckvieh	385	1,17	1,39	1,52	1,57	1,49	1,41	1,40	1,44	1,48	1,45	1,40	1,40
Almquist u. Amann (1976)	Holstein Friesian	20	0,9	1,2	1,3	1,4								

MÜLLER und SZILAGYI (1967) prüfen Jungbullen im Alter zwischen 15 und 45 Monaten. Sie stellen einen Anstieg des Ejakulatvolumens bis zum Alter von 42 Monaten und eine Zunahme der Spermienkonzentration bis zum Alter von 33 Monaten fest; dabei sind der Einfluß von Einzeltier und Alter signifikant.

Nach ROSENHAHN und MÄCKLE (1967) steigt das durchschnittliche Ejakulatvolumen von 4,4 ml bei zweijährigen Jungbullen auf 6,8 ml bei über fünfjährigen Bullen, während sich die Spermienkonzentration dabei nur unwesentlich verringert. Mit zunehmendem Alter nehmen auch Massen- und Vorwärtsbewegung schwach signifikant ab.

KUPFERSCHMIED (1975) untersucht die Ejakulate von Bullen im Alter von 12 bis 108 Monaten der Rasse Simmentaler Fleckvieh. Das Volumen steigt bis zum Alter von fünf bis sechs Jahren an, die Konzentration ist mit zwei Jahren am größten und bleibt dann ziemlich konstant, so daß mit fünf bis sechs Jahren die größte Gesamtspermienzahl je Ejakulat erreicht wird.

Zu ähnlichen Ergebnissen kommen BOEHNKE et al. (1978 a). Sie stellen zwischen dem 13. und 24. Monat eine geringgradige Zunahme des Ejakulatvolumens fest, im Alter von 24 bis 72 Monaten folgt eine relativ starke Zunahme, anschließend eine Abnahme. Die Dichte erreicht bei Bullen im Alter von 24 Monaten den größten Wert und fällt dann langsam wieder ab. Die Gesamtspermienzahl pro Ejakulat ist bei sechsjährigen Bullen am größten. Bei Jungbullen ist der Anteil untauglicher Ejakulate am höchsten, bei acht- bis zehnjährigen Bullen am geringsten (8 Prozent untauglich).

EVERETT und BEAN (1982) stellen fest, daß das Spermienproduktionsvermögen von Holstein-Friesian-Bullen bis zum Alter von vier Jahren ansteigt, um später langsam wieder abzunehmen. Der Einfluß des Alters auf das Volumen ist nicht so bedeutungsvoll wie auf Spermienkonzentration und Gesamtspermienzahl pro Ejakulat.

RUTTLE et al. (1975) untersuchen an Fleischrassebullen den Einfluß des Alters auf die Spermamerkmale. Es zeigt sich, daß drei- bis vierjährige Bullen die größten Ejakulatvolumina produzieren. Bezüglich der Spermienmotilität bestehen keine Unterschiede zwi-

schen den Altersgruppen. Acht- bis neunjährige Bullen erzielen sowohl eine signifikant höhere Spermienkonzentration als auch eine signifikant größere Gesamtspermienzahl pro Ejakulat als jüngere Bullen.

HAHN et al. (1969 c) kommen bei der Auswertung von Ejakulaten von Holstein-Friesian-Bullen zu gegensätzlichen Ergebnissen. Die Bullen gehören Altersgruppen zwischen 17 und 150 Monaten an. Das Volumen nimmt dabei mit dem Alter zu und erreicht bei den Altbullen den Wert von 7,8 ml. Dichte, Prozentsatz morphologisch normaler Spermien sowie Motilität nach Einfrieren in Pelletform oder Ampullen zeigen bei den Altbullen die geringsten Werte. Die Gesamtspermienzahl pro Ejakulat ist bei Altbullen niedriger als bei Bullen im Alter von 34 bis 69 Monaten. Zwischen Alter und Volumen besteht eine signifikante Korrelation von $r = 0,44$. Signifikant negative Korrelationen bestehen zwischen Alter und Dichte ($r = -0,52$), Alter und Motilität nach Pelletgefrierung bzw. Gefrierung in Ampullen ($r = -0,36$ bzw. $r = -0,39$).

KRÓLIŃSKI (1979) untersucht den Einfluß des Alters auf die Überlebenszeit von Spermien und auf den Besamungserfolg nach Verdünnung bei 46,5 °C und bei 4 °C. Er teilt die Bullen in drei Altersgruppen ein: bis vier Jahre, zwischen vier und sieben Jahre, älter als sieben Jahre. Das Sperma der mittleren Gruppe zeigt die längste, das Sperma der ältesten Gruppe die kürzeste Überlebenszeit. Die geschätzte Abkalberate ist bei der jüngsten Gruppe am höchsten (70,1 Prozent), gefolgt von der mittleren (65,8 Prozent) und der ältesten (60,3 Prozent).

SEKONI und GUSTAFSSON (1980) überprüfen das Sperma von Holstein-Friesian-Bullen im Phasenkontrast- und im Lichtmikroskop auf seine morphologische Beschaffenheit. Bei Bullen im Alter von 2,5 bis 4 Jahren und bei Bullen im Alter von 5 bis 8,5 Jahren finden sie einen höheren Anteil an pathologischen Spermienformen als bei 1,5 bis 2-jährigen Bullen. Der Unterschied erweist sich jedoch als nicht signifikant. Bullen unter 13 Monaten zeigen einen höheren Anstieg an Kopfkappenveränderungen und proximalen zytoplasmatischen Tröpfchen als Bullen im Alter von 1,5 bis 2 Jahren.

ALMQUIST und AMANN (1976) untersuchen an Holstein-Friesian-Pullen die Spermamerkmale in der Zeitspanne nach dem Erreichen der Pubertät bis zu einem Alter von zwei Jahren. Die Geschlechtsreife tritt mit 39 Wochen $\pm$ 1 Woche bei einem Körpergewicht von 295 kg $\pm$ 4 kg ein und wird definiert mit dem erstmaligen Erreichen von 50×10^6 Spermien pro Ejakulat und 10 Prozent Vorwärtsbewegung. Während der Anteil vorwärtsbeweglicher Spermien nur bis zu 12 Wochen nach der Geschlechtsreife ansteigt, nehmen Volumen, Dichte, Gesamtspermienzahl pro Ejakulat, Anzahl lebender und morphologisch normaler Spermien bis zur 76. Lebenswoche zu. Zwischen der 77. und 104. Lebenswoche erreichen die meisten Spermawerte ein Plateau, nur das Volumen und damit die Gesamtspermienzahl werden größer.

2.2.2 Klima und Jahreszeit

AEHNELT und HAHN (1962) vergleichen die Mittelwerte und Streuung der Vorwärtsbewegung aller Ejakulate von neun Bullen über drei Jahre. Im zweiten Jahr bedingen hohe Temperaturen einen Abfall in der Vorwärtsbewegung sowie eine größere Streuungsbreite dieser Spermamerkmale.

SIEGWART (1969) beurteilt verschiedene Deformitäten und das Lebend-Tod-Verhältnis am Frischsperma, um den Einfluß von Klima und Jahreszeit auf die Spermaqualität zu prüfen und stellt fest, daß das Sperma im Sommer qualitativ am besten, im Winter und Frühling am schlechtesten ist.

MÜLLER und SZILAGYI (1965) untersuchen den Einfluß von Monat und Jahreszeit auf die Spermamerkmale Volumen, Dichte und Motilität über drei Jahre. Sie können weder eine Verbesserung noch eine Verschlechterung der Spermamerkmale in den einzelnen Monaten und Jahreszeiten feststellen. Am empfindlichsten reagiert noch die Dichte der Ejakulate auf Umwelteinflüsse.

ROSENHAHN und MÄCKLE (1967) finden bei ihren Untersuchungen keine signifikanten Unterschiede in den Spermamerkmalen im Hinblick auf Jahreszeit und Sprungmonat. Es ergeben sich aber in der Tendenz in den Sommermonaten Juli und August kleinere und dichtere Ejakulate. Die Vorwärtsbewegung scheint in den Monaten November bis

Juli leicht verbessert.

SCHLÜTER (1977) stellt nur geringfügigen Unterschiede für Volumen, Dichte und Spermiengesamtzahl fest. Jedoch müssen von Mai bis November überdurchschnittlich viele Ejakulate wegen minderer Qualität verworfen werden.

RUTTLE et al. (1975) prüfen an Bullen, die in Herden gehalten werden, den Einfluß der Jahreszeit auf die Spermaqualität. Im Frühjahr weisen die Ejakulate ein deutlich höheres Volumen auf, während im Winter das Volumen am kleinsten ist. Im Herbst ist die Dichte am größten und im Sommer am geringsten.

SEKONI und GUSTAFSSON (1980) untersuchen das Spermia von Holstein-Bullen über ein Jahr auf das Vorkommen von morphologisch abnormalen Spermien und finden einen saisonalen Einfluß auf die Spermaqualität. Am auffallendsten ist das gehäufte Auftreten von Kopfmißbildungen und proximalen zytoplasmatischen Tröpfchen während der Sommermonate. Schwanzmißbildungen sind dagegen über das Jahr gleichmäßig verteilt.

STEPHAN et al. (1971) prüfen die Auswirkungen experimenteller Wärmebelastung auf sechs Jungbullen der DSR in einem Klimastall. Während die erste, niedrigere Belastung keine Auswirkungen auf die Spermaqualität zeigt, beeinträchtigt die zweite, höhere Belastung vor allem Massenbewegung, Vorwärtsbewegung, Anteil morphologisch veränderter Spermien, Ejakulatdichte und Gesamtspermienzahl. Dabei werden deutliche individuelle Unterschiede in der Intensität und Dauer der Ejakulatveränderungen festgestellt.

In Ungarn ist die Spermaqualität nach MESZAROS (1976) in den heißen Sommermonaten Juli und August stark herabgesetzt. In dieser Zeit sind die Ejakulate nicht zum Einfrieren geeignet. Die Befruchtungsfähigkeit des Frischsamens ist, wie über eine Zeit von 15 Jahren erhobene Besamungsergebnisse zeigen, um 10 bis 15 Prozent vermindert.

Nach EVERETT et al. (1978) ist die Samenausbeute in den Monaten Februar und März am geringsten, während die darauf folgenden Frühlingsmonate April und Juni die höchste Samenausbeute hinsichtlich

der Gesamtspermienzahl bringen. In einer weiteren Untersuchung stellen EVERETT und BEAN (1982) fest, daß in den Monaten Dezember, April und Mai die Gesamtspermienzahl am größten ist.

Tabelle 3 zeigt Spermamerkmale in Abhängigkeit vom Sprungmonat.

2.2.3 Sprungmanagement

Die Auswirkungen von wiederholten Ejakulatgewinnungen am gleichen Sprungtag beschreiben BRATTON und FOOTE (1954), BRATTON et al. (1954), SEIDEL JR. und FOOTE (1969), EVERETT et al. (1978) sowie EVERETT und BEAN (1982). Während die Motilität des Frischsamens bei Erst- und Zweitejakulaten in etwa gleich hoch ist, sind bei Erstejakulaten das Volumen geringfügig, Dichte und Gesamtspermienzahl pro Ejakulat signifikant höher als bei Zweitejakulaten. Aufgrund einer Varianzanalyse schätzen EVERETT et al. (1978), daß Erstejakulate um 49,7 Prozent mehr Spermien und um 40,8 Prozent mehr Spermien pro ml enthalten als Zweitejakulate.

Eine Reihe von Autoren untersuchen den Einfluß des zeitlichen Abstandes zwischen zwei Sprungtagen auf die Spermamerkmale von Bullen, so unter anderen BRATTON und FOOTE (1954), BRATTON et al. (1954), HAFS et al. (1959), SEIDEL JR. und FOOTE (1969), ALMQUIST und AMANN (1976), BOEHNKE et al. (1978 a), EVERETT et al. (1978) und EVERETT und BEAN (1982). Dabei zeigt sich, daß mit zunehmendem Abstand zum letzten Sprungtag Volumen, Dichte und Gesamtspermienzahl pro Ejakulat zum Teil signifikant ansteigen, während die Gesamtspermienzahl pro Woche und die Gesamtzahl der beweglichen Spermien pro Woche abnehmen. Bullen, die sechsmal pro Woche abgesamt werden, erzielen in der Woche 3,3 mal mehr Spermien und 3,5 mal mehr bewegliche Spermien als Bullen mit nur einem Sprung pro Woche (ALMQUIST und AMANN, 1976). Die Motilität der Ejakulate wird vom Abstand zum letzten Sprungtag kaum beeinflusst, die Non-Return-Raten unterscheiden sich nicht signifikant. Aus wirtschaftlichen Gründen kommt nur zwei- bis dreimalige Samengewinnung pro Woche in Frage, da bei einer täglichen Samengewinnung der Aufwand wegen der zu geringen Spermienmenge nicht lohnt (HAFS et al., 1959).

Tabelle 3: Sperma-merkmale in Abhängigkeit vom Sprungmonat

Sperma- merkmal	Autor	Jahr	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dez.
Volumen (ml)	Everett u. Bean	1982	7,67	8,08	7,81	7,77	8,17	8,12	7,73	7,35	7,47	7,37	7,57	8,04
	Everett et al.	1978	7,7	8,0	7,6	8,3	7,9	8,0	7,9	7,7	7,9	7,7	7,7	7,8
	Schlüter	1977	6,78	6,64	6,73	6,93	6,83	6,86	7,12	7,06	7,02	7,05	6,84	7,03
Spermien- konzentration ($10^6/\text{mm}^3$)	Everett u. Bean	1982	1,25	1,16	1,19	1,23	1,19	1,14	1,18	1,31	1,30	1,31	1,33	1,31
	Everett et al.	1978	1,32	1,21	1,18	1,35	1,32	1,46	1,28	1,33	1,27	1,33	1,36	1,34
	Schlüter	1977	1,60	1,62	1,55	1,56	1,57	1,54	1,55	1,54	1,52	1,50	1,61	1,59
Gesamt- spermien (10^9)	Everett u. Bean	1982	9,61	9,32	9,41	9,63	9,75	9,09	9,03	9,57	9,61	9,51	9,99	10,46
	Everett et al.	1978	10,1	9,6	9,0	11,2	10,4	11,6	10,0	10,3	10,0	10,1	10,4	10,4
	Schlüter	1977	10,82	10,74	10,45	10,79	10,69	10,56	11,01	10,86	10,69	10,60	11,03	11,17

BOEHNKE et al. (1978 a) untersuchen ebenfalls die Auswirkungen unterschiedlich langer Sexkarenz, d. h. der Zeit zwischen zwei Sprüngen. Wegen zu kleinen Zahlenmaterials sind die Unterschiede zwischen einer eintägigen und einer 11- und mehrtägigen Sexkarenz nicht signifikant. Das Volumen steigt bis zur dreitägigen Sexkarenz an und bleibt dann annähernd konstant. Dichte und Gesamtspermienzahl pro Ejakulat steigen bis zur fünftägigen Sexkarenz, um dann fast konstant zu bleiben. Der Anteil untauglicher Ejakulate ist bei ein- bis zweitägiger und bei sieben- bis zehntägiger Sexkarenz am höchsten.

HAFS (1972) beschreibt verschiedene Managementmethoden zur Erhöhung der Spermienausbeute bei KB-Bullen. Er führt folgende Methoden zur sexuellen Stimulation an: Zurückhalten des Stieres vor dem Sprung, olfaktorischer Reiz durch eine brünstige Kuh, ein bis drei falsche Aufsprünge, Bewegen des Stimuliertieres, Austausch des Bullenführers und verschiedene Kombinationen dieser Möglichkeiten. Wichtig sei ein mutiger Bullenführer, der gut mit den Bullen umgeht. Andere Einflußfaktoren sind die Temperatur der künstlichen Scheide, Haltung und Gesundheit sowie die Fütterung der Bullen.

PFEILSTICKER (1975) vergleicht die Samenentnahme am fahrbaren Phantom mit der am Standbullen. Am Phantom ist die Dichte der Ejakulate höher, und zwar beim ersten Ejakulat um $0,12 \times 10^6$ Spermien/mm³ und beim zweiten Ejakulat um $0,16 \times 10^6$ Spermien/mm³. Er führt dies auf die intensive Vorbereitung der Bullen am Phantom zurück.

LEIDL et al. (1968) können keinen Einfluß des Sprungpartners auf die Spermaerkmale feststellen.

SCHWARK et al. (1974) setzen Kriterien des Geschlechts- und Paarungsverhaltens in Beziehung zur Gesamtspermienzahl pro Ejakulat und zum Anteil vorwärtsbeweglicher Spermien. Die Auswertung über alle Bullen zeigt nur lose positive Beziehungen. In der Gruppe der Bullen (n = 49), deren Sperma den Anforderungen genügt, stellen sie wesentlich engere positive Beziehungen fest, insbe-

sondere zwischen Gesamtspermienzahl und Libido ($r = 0,557$; $p \leq 0,01$) und Gesamtspermienzahl und Nachstoß ($r = 0,555$; $p \leq 0,01$).

SCHMID (1974) findet beim Fleckvieh deutliche, beim Gelbvieh schwächere Beziehungen zwischen dem Volumen und den Merkmalen Libido, Ausschachten, Suchreflex und Propulsus. Zwischen Libido und Dichte besteht nur beim Gelbvieh eine gesicherte Beziehung. Die Korrelationskoeffizienten zwischen anderen Parametern des Deckverhaltens und der Dichte sowie der Vorwärtsbewegung sind nicht signifikant.

Tabelle 4 zeigt vergleichend die Spermamerkmale von Erst- und Zweitejakulaten.

Tabelle 5 zeigt eine Übersicht der Spermamerkmale in Abhängigkeit vom Sprungintervall.

2.2.4 Fütterung

MÜLLER und SZILAGYI (1965) werten die Standard-Futtermischung durch ein Ergänzungsfutter mit 200 g verdaulichem pflanzlichem Eiweiß oder 250 g verdaulichem tierischem Eiweiß auf. Die Ejakulate weisen jedoch keine Verbesserung in Menge, Dichte und Beweglichkeit auf. Auch durch Beifütterung eines Vitamin-Hefe-Präparates ändern sich Menge und Dichte der Ejakulate nicht. Dagegen kann bei Stieren mit herabgesetzter Beweglichkeit der Spermien durch diese Beifütterung eine Normalisierung erreicht werden. Ebenso kann in Einzelfällen mit Hilfe des Präparates die Sprungfreudigkeit verbessert werden. Die Autoren schließen daraus, daß der Bedarf der Stiere an Mineralstoffen, Vitaminen und Spurenelementen verschieden ist.

MUDRA und GÜNTHER (1968) prüfen in einem 20wöchigem Fütterungsversuch, ob sich eine Reduzierung der Ration an verdaulichem Eiweiß und Stärkewert auf die Samenqualität auswirkt. Sowohl Libido und Deckverhalten als auch Volumen, Dichte und Anteil vorwärtsbe-

Tabelle 4: Spermaerkmale von Erst- und Zweitejakulaten

Ejakulat Nr.	Volumen ml	Spermien- konzentration $10^6/\text{mm}^3$	Vorwärts- bewegung Prozent	Gesamt- spermien 10^9	Autor	Jahr	Bullen
1	5,55	1,72	52,5	9,59	Seidel Jr. u. Foote	1969	8 HF-Bullen, 28 bis 36 Monate alt
2	5,24	1,08	52,3	5,55			
1	8,2	1,56	60,0	12,7	Everett et al.	1978	55 HF-Bullen, 4 Jahre 8 Monate bis 13 Jahre 3 Monate alt
2	7,3	1,01	59,5	7,3			
1	8,16	1,50	59,9	12,04	Everett u. Bean	1982	57 HF-Bullen
2	7,31	0,95	59,2	6,83			

Tabelle 5: Spermamерkmale in Abhängigkeit von der Sprunghäufigkeit

Inter- valle Tage	Volumen ml	Spermien- konzentration $10^6 / \text{mm}^3$	Vorwärts- bewegung Prozent	Gesamt- spermien 10^9	Autor	Jahr	Bullen
2	5,09	1,27	52,6	6,38	Seidel Jr. u. Foote	1969	8 HF-Bullen, 28 bis 36 Monate alt
5	5,69	1,53	52,2	8,76			
1-2	7,4	1,11	59,7	8,0	Everett et al.	1978	55 HF-Bullen, 4 Jahre 8 Monate bis 13 Jahre 3 Monate alt
3	7,7	1,23	60,2	9,4			
4	7,8	1,31	59,7	10,2			
5	8,0	1,40	60,2	11,2			
≥ 6	8,5	1,67	58,0	14,1			
≤ 2	7,50	1,07	59,7	7,92	Everett u. Bean	1982	57 HF-Bullen
3	7,68	1,19	59,7	9,03			
4	7,81	1,28	59,5	9,99			
5	7,93	1,39	59,8	11,0			
≥ 6	8,56	1,53	59,7	13,13			

weglicher Spermien werden durch die verminderte Fütterungsintensität nicht beeinträchtigt.

MESZAROS (1976) überprüft die Samenproduktion von 309 Bullen einer Eigenleistungsprüfungsstation. 57,9 Prozent der Bullen produzieren regelmäßig Samen, der für die Tiefgefrierung geeignet ist; vollkommen ungeeignet ist der Samen von 23,6 Prozent der Bullen. Nach einer vorzeitigen Beendigung der Prüfung im Alter von 10 statt 12 Monaten und einer Begrenzung des Maisanteils auf 20 Prozent der Futterration, einer täglichen Gabe von 8 kg Wiesenheu und freier Bewegungsmöglichkeit verbessern sich Libido und Samenqualität der Prüfbullen auffällig.

RUTTLE et al. (1975) prüfen an im Freien gehaltenen Bullen den Einfluß der Winterfütterung auf die Spermaqualität. Sie teilen die Bullen in zwei Gruppen ein. Gruppe I bekommt Pellets mit einem Gehalt von 10 Prozent Rohprotein, Gruppe II Pellets mit einem Gehalt von 41 Prozent Rohprotein. Durch einen Gewichtsausgleich wird erreicht, daß alle Bullen die gleiche Menge Rohprotein bekommen. Gruppe I erhält jedoch Futter mit einer höheren Gesamtenergiezahl. Salz und Mineralfutter stehen zur freien Aufnahme. Gruppe I erreicht im Sperma eine signifikant größere Motilität, eine signifikant größere Dichte und einen signifikant höheren Anteil vorwärtsbeweglicher Spermien. Alter und Fütterung beeinflussen die Spermaqualität signifikant. Die Dichte ist bei acht- bis neunjährigen Bullen der Gruppe I am höchsten. Aus dem Ergebnis, daß innerhalb der Altersgruppen die jüngsten Bullen in der Gruppe II eine höhere Gesamtspermienzahl pro Ejakulat und die ältesten Bullen in der Gruppe I eine höhere Gesamtspermienzahl pro Ejakulat erreichen, schließen die Autoren, daß für ältere Bullen der Energiegehalt des Futters einen deutlich größeren Einfluß auf Dichte und Gesamtspermienzahl pro Ejakulat hat, während bei jüngeren, heranwachsenden Bullen der Einfluß des Rohproteins deutlich größer ist als der des Energiegehaltes.

HAFS (1972) spricht sich dafür aus, den Mineralstoffbedarf der Bullen und im besonderen den Calciumbedarf zu prüfen. Bullen benötigen keineswegs soviel Calcium wie es im Mineralfutter für Milchkühe enthalten ist. Es bestehe die Gefahr der Verknöcherung

von Bindegewebe. Ferner soll bereits vor der Fütterung der Samen gewonnen werden, da eine große Futter- und Wasseraufnahme die Bullen müde werden läßt.

SIEGWART (1969) stellt fest, daß beim Übergang von der Winter- zu der Sommerfütterung der Prozentsatz an morphologisch normalen Spermien steigt, was durch den hohen Gehalt an Mineralstoffen und Spurenelementen bedingt sei. Durch eine Algenmehlzufütterung während des Winters kann ein Abfall der Spermaqualität verhindert werden.

SCHWARZ et al. (1974) untersuchen u. a. die Beziehung zwischen den Tageszunahmen und Spermaeigenschaften bei Jungbullen. Die Beziehungen sind zu allen Spermaeigenschaften negativ, jedoch nur zur Gesamtspermienzahl ($r = -0,30^+$) und zum Anteil vorwärtsbeweglicher Spermien ($r = -0,34^+$) signifikant.

MÜLLER et al. (1979) und ZODER et al. (1969) stellen dagegen keine signifikanten Beziehungen zwischen der Aufzuchtintensität, gemessen an den täglichen Zunahmen, und der Samenqualität fest. Sie leiten daraus ab, daß durch hohe tägliche Zunahmen die Spermaqualität nicht negativ beeinflußt wird.

PAPE et al. (1982) errechnen zwischen der Tiefgefrierfähigkeit des Spermas und den Tageszunahmen einen genetischen Korrelationskoeffizienten von $r_g = 0,47$. Zwischen der Tiefgefrierfähigkeit und dem 330-Tage-Gewicht besteht mit $r_g = 0,58$ eine signifikante genetische Korrelation. Die phänotypischen Korrelationen zwischen den Mastleistungsmerkmalen Tageszunahme und 330-Tage-Gewicht und den Merkmalen Libido, Paarungsfähigkeit, Spermaqualität und Tiefgefrierfähigkeit des Spermas sind gering und nicht signifikant.

2.2.5 Primäre Geschlechtsmerkmale

HANKS et al. (1981) stellen fest, daß die Beziehungen zwischen Skrotalumfang und Spermaeigenschaften nicht eng sind und im Bereich von $r = 0,2$ und darunter liegen.

HAHN et al. (1969 a) erhalten zwischen Skrotalumfang und der Gesamtspermienzahl pro Woche bei Bullen der Altersgruppen von 17 bis 22, 34 bis 42, 42 bis 53, 59 bis 69 und 72 bis 150 Monaten folgende Korrelationskoeffizienten (r): 0,81; 0,72; 0,64; 0,40; -0,22.

FOOTE et al. (1977) finden bei Jungbullen eine sehr enge Beziehung zwischen Skrotalumfang und Spermienproduktion ($r = 0,72$).

Nach KUPFERSCHMIED et al. (1974) hat der Skrotalumfang keinen Einfluß auf die Spermienkonzentration innerhalb bestimmter Altersgruppen, jedoch besteht unabhängig vom Alter eine nicht sehr enge, aber signifikante partielle Beziehung zwischen dem Skrotalumfang und der Gesamtzahl der Spermien pro Ejakulat ($r = 0,21^+$).

Die Korrelationskoeffizienten zwischen der Hodenkonsistenz und den qualitativen Spermamerkmalen ungefärbte Spermien, morphologisch normale Spermien und Motilität der Spermien liegen zwischen $r = 0,59$ und $r = 0,95$ (HAHN et al., 1969 b und FOOTE et al., 1977).

SMITH et al. (1981) finden keine Beziehung zwischen dem Skrotalumfang und der Befruchtungsrage, weisen jedoch darauf hin, daß Bullen mit dem kleinsten Skrotalumfang die schlechtesten Fruchtbarkeitsergebnisse bringen. Zwischen der NR 60-90 und der Hodenkonsistenz besteht nach HAHN et al. (1969 b) eine signifikante Beziehung ($r = 0,67$). Die Messung von Hodengröße und -konsistenz wird als ein Weg empfohlen, Bullen mit geringen Fruchtbarkeitsaussichten zu merzen.

LEIDL et al. (1967) empfehlen, Bullen, deren Hodenvolumen im Alter von zwei Jahren nur 80 Prozent oder weniger des Durchschnitts der Altersgenossen erreicht, zu merzen. KUPFERSCHMIED et al. (1974) empfehlen die Merzung, wenn der Skrotalumfang eines Jungbullens um mehr als die zweifache Standardabweichung unter dem Durchschnitt der entsprechenden Altersklasse liegt.

2.2.6 Erkrankungen am männlichen Genitale oder andere Erkrankungen

Hier wird keine Übersicht über die Erkrankungen am männlichen Genitale gegeben. Es werden nur solche Arbeiten erwähnt, die den Zusammenhang zwischen Erkrankung und Spermaqualität beinhalten.

MÜLLER et al. (1974) operieren einen Bullen wegen eines Fremdkörpers und vier Bullen wegen ulzerierender Limax. Sie können keinen nachteiligen Einfluß der schmerzhaften Prozesse bzw. eine Verbesserung der Spermaqualität nach der Operation feststellen.

ZODER et al. (1969) stellen bei auf Auktionen gekauften Prüfbullen einen hoch gesicherten Einfluß einer fieberhaften Erkrankung der Atemwege auf die Spermamerkmale Dichte und Vorwärtsbewegung fest.

KRAUSE (1966) stellt nach einer kurzen partiellen Hodengewebsskoagulation mittels Elektrokauter eine Verminderung von Dichte, Gesamtspermienzahl pro Ejakulat und Vorwärtsbewegung fest. Die Widerstandskraft der Spermien, gemessen an ihrer Lebensdauer, ist nach dem Eingriff unverändert erhalten geblieben. Der Autor kommt zu dem Schluß, daß eine partielle, nicht infektiöse Hodengewebsschädigung bei jungen, geschlechtsreifen Bullen die Spermaqualität nicht allzusehr beeinflußt.

2.3 Zusammenhänge zwischen der Non-Return-Rate und den Sperma-merkmalen von in der Besamung eingesetztem Sperma

2.3.1 Anzahl Spermien pro Dosis, Konfektionierung und Aufbewahrungsdauer

Tabelle 6 zeigt die Zusammenhänge von Konfektionierung, Besamungsdosis und Fruchtbarkeit von Bullen.

HESS und MUDRA (1968) werten Erstbesamungen mit verdünntem Frischsperma aus, wobei der Samen nicht länger als drei Tage aufbewahrt werden darf. Pro Ejakulat wird jeweils die gleiche Anzahl Samendosen von verschiedenen Verdünnungsstufen hergestellt. Die Non-

Tabelle 6: Zusammenhänge zwischen Besamungsdosen und Non-Return-Raten

Autor	Jahr	Non-Return-Rate nach... Tagen	Konfektionierung	Anzahl Spermien (10 ⁶)	Anzahl vorwärtsbeweglicher Spermien (10 ⁶)		Non-Return-Rate Prozent	Spermabeurteilung
					vor dem Tiefgefrieren	nach dem Auftauen		
Kupferschmied et al.	1981	75	Pailletten 0,25 ml	15			Rinder Kühe	mindestens 40 Prozent vorwärtsbewegliche Spermien nach dem Auftauen
				20			70,74	
				25			67,72 71,89 71,97	
Goossens u. v. d. Berg	1980	28	Pellets 0,1 ml	10			77,26	gut sehr gut gut sehr gut gut sehr gut gut sehr gut
				10			78,06	
				30			79,58	
		56	Pellets 0,1 ml	30			80,91	
				10			65,18	
				10			68,47	
Schmidt u. Pudra	1974	90	Pellets 0,1 ml	30			69,08	gut sehr gut
				30			70,34	
				10			59,1	
Hess u. Pudra	1968	90	Trischsamen	20		4,1	63,7	mindestens 65 Prozent Vorwärtsbewegung; Dichte mindestens 1 x 10 ³ Spermien pro mm ³
				30		9,0	62,1	
				60		13,9	67,5 68,5 71,6	
Parré u. Romanowski	1980	60-90	Minitüb-methode	20			69,11	
				30			71,04	
				20			66,07	
				30			66,45	
				20			65,78	
				30			66,16	

Return-Rate nach 90 Tagen unterscheidet sich signifikant zwischen den verschiedenen Spermaverdünnungsstufen.

SCHMIDT und MUDRA (1974) finden signifikante Differenzen zwischen dem höchsten und niedrigsten Verdünnungsgrad. Bullen mit den schlechteren Non-Return-Raten (<65 Prozent) erzielten bei höheren Verdünnungen sogar bessere Ergebnisse, bzw. ihre Ergebnisse fallen nicht so stark ab wie bei Bullen mit besseren Non-Return-Raten.

KUPFERSCHMIED et al. (1981) untersuchen die Beeinflussung des Besamungsergebnisses von 19 Bullen durch verschiedene Spermienzahlen pro Dosis. Die Unterschiede der Non-Return-Raten zwischen den Verdünnungsstufen sind nicht signifikant. Die Untersuchung des linearen Trends anhand der Regressionsanalyse ergibt bei einer Reduktion der Spermienzahl um 5×10^6 einen mittleren Abfall der Non-Return-Rate für Rinder um 0,60 Prozent und für Kühe um 0,88 Prozent. Zwischen den Stieren bestehen keine gesicherten Unterschiede; auch sind keine gesicherten Zusammenhänge zwischen Stieren und Spermiedosis feststellbar.

GOOSSENS und V. D. BERG (1980) teilen nach dem Prozentsatz lebender Spermien nach dem Auftauen in sehr gute (>70 Prozent) und gute (50 Prozent bis 69 Prozent) Ejakulate ein. 15 Prozent der Ejakulate (<50 Prozent) müssen verworfen werden. Die Non-Return-Rate nach 56 Tagen der Pellets mit 30×10^6 Spermien ist signifikant höher als die der Pellets mit 10×10^6 Spermien. Zwischen den Bullen bestehen individuelle Unterschiede. Samen mit der Bewertung "sehr gut" erreicht höhere Non-Return-Raten als Samen mit der Bewertung "gut", aber nur bei Pellets mit 10×10^6 Spermien ist der Unterschied signifikant.

MARRÉ und ROMANOWSKI (1980) stellen fest, daß die Non-Return-Rate nach 60 - 90 Tagen von Erstbesamungen, die mit einer Dosis von 30×10^6 Spermien durchgeführt werden, um 1,93 Prozent bzw. 0,38 Prozent höher liegen als die Non-Return-Rate von Erstbesamungen, die mit einer Dosis von 20×10^6 Spermien durchgeführt werden. Bei Bullen mit unbefriedigender Spermaqualität ist der Unterschied

zugunsten der 30×10^6 Spermiendosis am größten.

SALISEURY und FLERCHINGER (1967) ermitteln den Einfluß der Aufbewahrungsdauer auf die Non-Return-Rate von Frischsamen, der ein bis fünf Tage nach der Samengewinnung verwendet wird. Der Tag der Samengewinnung wird als Tag 1 bezeichnet, die Non-Return-Rate nach 30 Tagen als Befruchtungsrate und die Differenz zwischen der Non-Return-Rate nach 180 Tagen und der Non-Return-Rate nach 30 Tagen als die Rate an embryonalem und fötalem Fruchttod. Von Tag 1 zu Tag 2 der Samengewinnung steigt die Befruchtungsrate und fällt dann ab. Die embryonale Fruchttodrate verhält sich genau entgegengesetzt. Die Veränderungen sind hoch gesichert. In einem weiteren Versuch von SALISEURY (1967) wird der Alterungseffekt bei einer Lagerung bei -79°C bis -88°C untersucht, wobei auch der Einfluß des Monats der Samengewinnung berücksichtigt wird. Bis zu einer Lagerung von ein bis drei Monaten wächst die Befruchtungsrate, später sinkt sie ab. Sperma, das in den Sommermonaten gewonnen wird, reagiert auf die Lagerung empfindlicher als Sperma der Monate November bis April.

LEE et al. (1977) prüfen den Einfluß der Aufbewahrungsdauer bei -196°C auf die Befruchtungsfähigkeit des Samens. Die Fruchtbarkeit, ausgedrückt als Non-Return-Rate nach 50, 60, 90 und 180 Tagen, steigt bis zu einer Lagerzeit von etwa 115 Tagen an, um danach geringfügig, wenn überhaupt abzufallen, d. h., daß die Fruchtbarkeit des Spermas nach drei bis vier Monaten Lagerung am größten ist, und daß das Sperma mit nur leichten Einbußen in der Fruchtbarkeit über vier bis fünf Jahre bei -196°C aufbewahrt werden kann.

KUPFERSCHMIED (1979) stellt ebenfalls fest, daß die Befruchtungsfähigkeit des Spermas durch eine Lagerung bei -196°C über mindestens drei Jahre nicht beeinträchtigt wird.

2.3.2 Spermaeigenschaften

STEWART et al. (1972), SCHMIDT (1970) und LINFORD et al. (1976) weisen auf die begrenzte Aussagekraft der Daten der Non-Return-Raten von Besamungsbullen hin. Einerseits müssen die Ejakulate bestimmten Mindestanforderungen genügen, andererseits werden die Bullen selbst nach der Güte ihres Spermas und den erzielten Befruchtungsergebnissen selektiert. Insbesondere verdeutlichen dies LINFORD et al. (1976), die in einem Versuch auch Bullen mit zum Teil niedrigen, nicht mehr KB-Ansprüchen genügenden Non-Return-Raten verwenden und dabei sehr viel höhere Korrelationskoeffizienten zwischen der Non-Return-Rate und Spermaeigenschaften erhalten als bei KB-Bullen mit gleichmäßig hohen Non-Return-Raten. Die Korrelationskoeffizienten in den Arbeiten von BEZCE und ALHEGYI (1959), ROSENHAHN und MÄCKLE (1969), SCHMIDT (1970), STEMMER et al. (1973), REINHARD (1980) und SCHLOTE und MÜNKES (1980) sind aus Daten von Besamungsstationen errechnet worden. Die Korrelationskoeffizienten der übrigen Autoren ergeben sich aus Versuchsanordnungen mit Bullen ähnlicher Fruchtbarkeitslage.

Eine gesicherte Beziehung der Dichte zur Non-Return-Rate stellen neben BRATTON et al. (1959) auch BEZCE und ALHEGYI (1959), HAHN et al. (1969 c), STEMMER et al. (1973) und ROSENHAHN und MÄCKLE (1967) fest. NEVILLE et al. (1971) halten die Dichte neben der Motilität für den am besten geeigneten Indikator für eine gute Spermaqualität.

Der Prozentsatz an toten bzw. lebenden Spermien weist nach BRATTON et al. (1956), BEZCE und ALHEGYI (1959), HAHN et al. (1969 c), LINFORD et al. (1976) und REINHARD (1980) signifikante Beziehungen zur Non-Return-Rate auf. Sehr eingehend wird die Korrelation zwischen dem Anteil normaler bzw. pathologischer, d. h. morphologisch abnormer, Spermien und der Non-Return-Rate untersucht. Während die meisten Autoren enge Beziehungen feststellen - so BRATTON et al. (1956), HAHN et al. (1969 c), SAAKE und WHITE (1972), LINFORD et al. (1976), REINHARD (1980) und CHENOWETH (1980) - sehen LAING (1945), STEWART et al. (1972) und PACE (1980) keinen Zusammenhang.

Am meisten bevorzugt wird die Bestimmung der Motilität der Spermien im nativen Ejakulat und nach dem Auftauen (BRATTON et al., 1956; ROSENHAHN und MÄCKLE, 1969; SCHMIDT, 1970 und CHENOWETH, 1980). Obwohl die Korrelationskoeffizienten meist unter den Werten für Lebend-Tod-Färbung und normalen und abnormalen Spermien liegen, so wird der Einfachheit halber im Routinebetrieb die Motilitätsmessung bevorzugt (BRATTON et al., 1956 und NEVILLE et al., 1971)

SAAKE und WHITE (1972) errechnen zwischen dem Prozentsatz von Spermien mit intakten Akrosomen und der Non-Return-Rate nach 90 Tagen eine signifikante Korrelation von $r = 0,42$. Die Berechnung innerhalb Bullen ergibt einen reduzierten Wert von $0,22$.

SCHLOTE und MÜNKES (1980) berechnen die phänotypischen und genetischen Korrelationen. Zwischen der Non-Return-Rate und dem Volumen ($r_p = -0,01$; $r_g = 0$) und zwischen der Non-Return-Rate und der Dichte ($r_p = 0,12$; $r_g = 0$) ist fast keine Beziehung feststellbar, während zwischen der Non-Return-Rate und der Motilität eine positive Beziehung besteht ($r_p = 0,19$; $r_g = 0,25$).

LINFORD et al. (1976) bestätigen trotz zum Teil hoher Korrelationen den begrenzten Wert der Spermauntersuchung zur Vorhersage der Fruchtbarkeit. Sie führen an, daß beispielsweise durch zwei Spermaerkmale mit hoher Korrelation zur Non-Return-Rate, der Besamungserfolg in einem 95prozentigen Vertrauensbereich nur mit ± 14 Prozent Genauigkeit vorhergesagt werden kann.

Nach AUGILAR (1978) kann man durch physikalische, zelluläre und biochemische Untersuchungen des Spermas Stiere mit niedriger Fruchtbarkeit herausfinden. Um aber zwischen Bullen mit ähnlicher Fruchtbarkeit unterscheiden zu können, sind die derzeit durchgeführten Untersuchungsmethoden nicht sensibel genug.

Sperma mit einer Non-Return-Rate nach 112 Tagen unter 45 Prozent wird nach LINFORD et al. (1976) durch routinemäßig ausgeführte Spermauntersuchungen verworfen.

PACE (1980) unterstreicht die Wichtigkeit folgender Punkte zur Bestimmung der Bullenfruchtbarkeit:

1. Einhaltung der kritischen Zahl intakter Spermien pro Besamungsdosis
2. hinreichend große Zahl von Erstbesamungen pro Ejakulat
3. Korrektur für Bullen, Techniker und Saison
4. hinreichend große Zahl von für die Population repräsentativen Bullen

PAPA et al. (1982) ziehen aus ihren Versuchen den Schluß, daß bei geringen Unterschieden der Spermaqualität zwischen den Bullen keine Beeinflussung der Befruchtungsergebnisse zu erwarten ist.

Tabelle 7 zeigt eine Übersicht über Korrelationskoeffizienten zwischen den Durchschnitten der Non-Return-Raten von Bullen und verschiedenen Spermaeigenschaften.

2.3.3 Einfluß der Selektion des Spermas auf die Non-Return-Rate

OLTENACU et al. (1980) stellen zwei Programme zur Verbesserung der Fruchtbarkeit an KB-Stationen gegenüber. Sie unterstellen einen Spermaqualitätstest mit einem Korrelationskoeffizienten von 1,0 zur Non-Return-Rate nach 59 Tagen. Mit Hilfe dieses Tests könnte bei Verwerfen von 50 Prozent des schlechteren Spermas nur eine Anhebung der Non-Return-Rate um 2,1 Prozent erreicht werden. Mit den derzeit praktizierten Tests können nur Verbesserungen von weniger als einem Prozent erreicht werden. In einer weiteren Berechnung teilen sie Bullen nach den Ergebnissen ihrer Non-Return-Raten nach 59 Tagen in eine niedrige, mittlere und hohe Gruppe mit je 22, 48 und 30 Prozent Erstbesamungsanteil ein. Der Ersatz der Erstbesamungen der Gruppe mit der niedrigen Non-Return-Rate nach 59 Tagen mit Sperma der beiden anderen Gruppen ergäbe eine Verbesserung der gesamten Non-Return-Rate nach 59 Tagen von 0,4 Prozent. Der Ersatz des Spermas der Gruppe mit der niedrigen Non-Return-Rate nach 59 Tagen nur mit Sperma der Gruppe mit der hohen Non-Return-Rate nach 59 Tagen würde die gesamte Non-Return-Rate um 1,5 Prozent verbessern.

Tabelle 7: Korrelationskoeffizienten zwischen Non-Return-Rate (NR) und Spermaeigenschaften

Autor	Volumen	Massen- bewegung	Dichte	Anteil vorwärtsbe- weglicher Spermien frisch aufgetaut	Anteil Spermien gefärbt (tot)	Anteil Spermien ungefärbt (lebend)	Anteil abnormer Spermien
Becze u. Alhegyi (1959) 1)	.4955	.2052	.3795			.3572	
Bratton et al. (1956) NR 60-90 Verdünnung 1:100 Verdünnung 1:300	-.170 -.111		.353 ⁺ .237 ⁺	.218 ⁺ .200 ⁺		.198 ⁺ .187 ⁺	-.241 ⁺ -.199
Chenoweth (1980) 2)				.47 ⁺			
Hahn et al. (1969 c) NR 60-90	.27		-.60 ⁺	.78 ⁺		.74 ⁺	-.40 ⁺
Linford et al. (1976) NR 112 1a Frischsamen 1b Tiefgefriersamen 2 Tiefgefriersamen	.158 .080 .64 ⁺			.312 .222 .698 ⁺	.295 .335 ⁺ -.666 ⁺		.179 .215 -.604 ⁺
Neville et al. (1971) NR 60-90	.07		.18 ⁺	.10			
Reinhard (1980) NR 60-90	.02		.10	.22 ⁺	.24 ⁺	-.20 ⁺	-.29 ⁺
Rosenhahn u. Mäcke (1967) NR 60-90	.03	.40 ⁺	.28 ⁺	.53 ⁺			
Saake u. White (1972) NR 90				.42 ⁺			-.27 ⁺
Schmidt (1970) NR 90		.134 ⁺	-.028	.125 ⁺	.080 ⁺		

1) Bezugspunkt der NR nicht angegeben

2) Trächtigkeitsrate

+ : p ≤ 0,05

++ : p ≤ 0,01

+++ : p ≤ 0,001

SCHLOTE und MÜNKES (1980) berechnen die Beziehung der verworfenen Ejakulate zur Non-Return-Rate nach 60 - 90 Tagen. Die phänotypische ($r_p = -0,18$) und genetische ($r_g = -0,26$) Korrelation der verworfenen Ejakulate zur Non-Return-Rate ist in etwa so hoch wie die phänotypische ($r_p = 0,19$) und genetische ($r_g = 0,25$) Korrelation der Motilität zur Non-Return-Rate, aber mit umgekehrtem Vorzeichen.

LINFORD et al. (1976) stellen fest, daß bei einem Verwerfen jener Ejakulate, deren Prozentsatz an vorwärtsbeweglichen Spermien nach 20facher Verdünnung in physiologischer Kochsalzlösung kleiner als 40 Prozent ist, alle Ejakulate mit einer Non-Return-Rate nach 112 Tagen unter 50 Prozent eliminiert werden. Durch diese Maßnahme werden weniger als 10 Prozent der Ejakulate verworfen.

SCHMID (1974) stellt zwischen dem Anteil der verworfenen Samenportionen und der Non-Return-Rate nach 60 - 90 Tagen negative Rangkorrelationskoeffizienten sowohl beim Fleckvieh ($r_g = -0,19$) als auch beim Gelbvieh ($r_g = -0,28$) fest.

2.4 Einflüsse des weiblichen Tieres auf die Befruchtungsfähigkeit des Spermas

Nach BAR-ANAN (1980) sind genetisch bedingte Unterschiede in der Fruchtbarkeit nicht in erster Linie auf Unterschiede in der Befruchtungsfähigkeit des Spermas (Einfluß des Bullen), sondern auf Unterschiede in der Überlebensfähigkeit der Embryonen in den ersten Wochen zurückzuführen (Einfluß des Vaters der Kuh).

AKHTAR und SINGH (1979) stellen bei 40 Kühen, von denen 20 normales Zyklusgeschehen aufweisen, 10 Umrinderer sind und 10 eine Cervicitis aufweisen, keine signifikanten Unterschiede in der Überlebensfähigkeit des Spermas zwischen den Gruppen fest.

STOLLA (1981) stellt Versuche zur Selektion von Spermien im weiblichen Genitale bei Maus und Schwein an. Er verpaart männliche F_1 -Hybridmäuse, die sich durch mäßige Teratozoospermie und durch Chromosomenanomalien in den normal erscheinenden Samenzellen auszeichnen, mit voll fertilen weiblichen Labormäusen. Neben einer

quantitativen Reduzierung der Spermien an verschiedenen Stellen des weiblichen Genitale, wird auch eine qualitative Selektion von Spermien mit schweren Mißbildungsformen festgestellt. Aufgrund von DNS-Bestimmungen der Spermien werden keine Anhaltspunkte dafür gefunden, daß bei der Maus im weiblichen Genitale eine präzygotische Selektion morphologisch normaler, chromosomal aber unbalancierter Spermien stattfindet. Werden Eizellen von solchen aneuploiden Spermien von Individuen mit Teratozoospermie befruchtet, so kommt es zur postzygotischen Selektion. Durch vergleichende Untersuchungen beim Schwein kann bestätigt werden, daß bestimmte Formen der Teratozoospermie mit einer erhöhten Zahl der embryonalen Sterblichkeit einhergehen.

2.5 Einfluß des Bullen auf Befruchtung und embryonalen Fruchttod

Nach AYALON (1981) lassen sich die Ursachen für den embryonalen Fruchttod in zwei Gruppen einteilen:

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| - Genetische Faktoren | -Umweltfaktoren |
| Rasse | Fütterung |
| Linie | Alter |
| Inzucht | Klima |
| Blutgruppe | Infektionen |
| | hormonelle Imbalancen |
| | uterines Milieu |

Im weiteren soll nur auf die Qualität des Spermas als Einflußfaktor auf die Befruchtungsrate und den embryonalen Fruchttod eingegangen werden.

KIDDER et al. (1954), BEARDEN et al. (1956) und CALLAGHAN und KING (1980) schlachten Kalbinnen 3 bis 33 Tage nach der Besamung und stellen die Befruchtungsrate und die embryonale Fruchttodrate von Bullen verschiedener Fruchtbarkeit fest. Eine Übersicht über die Ergebnisse zeigt Tabelle 8. Danach ist die Befruchtungsrate bei Bullen mit hoher Fruchtbarkeit um 20 bis 30 Prozent höher als bei Bullen mit niedriger Fruchtbarkeit. Während KIDDER et al. (1954) bei Bullen mit hoher Non-Return-Rate eine höhere embryonale Fruchttodrate feststellen, ist nach BEARDEN et al. (1956) die

Tabelle 8: Non-Return-Rate (NR), Befruchtungs- und embryonale Fruchttodrate bei Bullen unterschiedlicher Fruchtbarkeit

Autor	Jahr	Klassifikation der Bullen	Anzahl Bullen	Befruchtungsrate		Non-Return-Rate nach 60 - 90 Tagen		Embryonaler Fruchttod	
				Prozent		Prozent		Prozent	
Kidder et al.	1954	I NR 67 - 79 Prozent	32	100		74,5 ^a		25,5	
		II NR 40 - 66 Prozent	32	71,9		61,2 ^a		14,9	
		I+II NR 40 - 79 Prozent	64	85,9		65,1 ^a		21,0	
Bearden et al.	1956	NR Ø 75 Prozent	8	96,6				10,5	
		NR Ø 58 Prozent	6	76,9				19,6	
Callaghan u. King	1980	NR > 68 Prozent	5	89,0					
		NR > 68 Prozent	3	69,7					

^a geschätzt

embryonale Todesrate bei Bullen mit niedriger Non-Return-Rate nach 60 - 90 Tagen höher als bei Bullen mit hoher Non-Return-Rate nach 60 - 90 Tagen, wobei die Fruchttodrate in einem Bereich zwischen 10 und 20 Prozent schwankt.

BULMAN (1979) ermittelt mit Hilfe des Milchprogesterontests in einer Milchkuhherde bei einem Bullen eine embryonale Fruchttodrate von 44 Prozent bei einem Herdendurchschnitt der restlichen Tiere von 11 Prozent.

HAMORI (1982) berichtet von zwei Simmentaler Fleckviehblutlinien, in denen Spermiendefekte des Kopfes und des Schwanzes dominant vererbt werden. Der Anteil der anormalen Spermien beträgt zwischen 8 und 28 Prozent. Die Bullen müssen wegen qualitätsmäßig ungenügender Spermaproduktion und herabgesetzter Fruchtbarkeit vorzeitig gemerzt werden.

BISHOP (1964) ist der Meinung, daß der größte Teil des embryonalen Fruchttodes von genetischen Faktoren bedingt ist, die in den Gameten jeder Generation neu entstehen. So sei ein Teil des embryonalen Fruchttodes unvermeidbar und sollte als eine Methode zur Merzung der abnormalen Genotypen angesehen werden.

Nach MACMILLAN (1973) liegen die Hauptgründe für die verschiedene Fruchtbarkeitslage der Bullen in der Befruchtungsfähigkeit des Spermias, weshalb Bullen mit überdurchschnittlicher Fruchtbarkeit um 15 Prozent bzw. 6 Prozent höhere Non-Return-Raten nach 49 Tagen nach Besamung im Früh- bzw. Mittelöstrus aufweisen.

LEUKKUNEN und LINDSTRÖM (1981) untersuchen u. a. den Einfluß des Bullen auf die embryonale Todesrate, die Nichtbefruchtungsrate und die Return-Rate bei Kühen. Der Anteil des Bullen an den Gesamtvarianzen ist mit 0,14 Prozent, 0,27 Prozent bzw. 0,45 Prozent sehr gering.

Nach BAR-ANAN (1980) sind die Unterschiede zwischen Bullen vor allem auf die Befruchtungsfähigkeit des Spermias zurückzuführen. Bei Bullen mit niedriger Fruchtbarkeit zeigt sich ein hoher Anteil umrindernder Kühe. Auf die Implantation des Eies hat das

Sperma keinen Einfluß. Der embryonale Fruchttod wird, soweit er von Bullen verursacht wird, von mono- oder oligogenetischen Anomalien ausgelöst, die auf spontanen Mutationen beruhen.

LEILL et al. (1971) kommen zu dem Ergebnis, daß pathologisch geformte Spermien selbst keine Befruchtungsstörungen verursachen. Primäre Mißbildungen, vor allem des Kopfes, zeigen aber ab einem Anteil von 10 Prozent an, daß die übrigen Spermien des Ejakulates Schäden aufweisen können, die zu Befruchtungsstörungen führen.

KNAUS und SHANDOMO (1978) führen Versuche bei Schweinen und Kaninchen durch, um das Befruchtungsvermögen abnormaler Spermien zu bestimmen. Dazu benutzen sie Samen von Tieren mit hohem Anteil abnormaler Spermien. Ein statistisch gesicherter Zusammenhang zwischen dem Anteil morphologisch veränderter Spermien und der Zahl befruchteter Eizellen kann dabei nicht nachgewiesen werden.

2.6 Wiederholbarkeit und Heritabilität der Parameter für männliche Fruchtbarkeit

Nach ROSENHAHN und WÄCKLE (1967) genügt die Untersuchung von fünf Ejakulaten, um den Befruchtungserfolg mit einer Genauigkeit von $r = 0,65$ vorherzusagen. Werden 60 Ejakulate untersucht, beträgt die Genauigkeit $r = 0,70$.

Tabelle 9 zeigt eine Übersicht der Wiederholbarkeiten von Sperma-merkmalen.

Heritabilitätsschätzungen von Merkmalen des Deckverhaltens werden erstmals von BANE (1954) an monozygoten Zwillingspaaren durchgeführt. Während HULTNÄS (1959) nur den sehr niedrigen Wert von $h^2 = 0,04$ für einen bestimmten Libido-Index findet, erhalten RITTMANNSPERGER et al. (1968) mit $h^2 = 0,47$ beim ersten und $h^2 = 0,56$ beim zweiten Sprung eine ziemlich hohe Heritabilität der Intensität des Sprungverhaltens.

Tabelle 9: Wiederholbarkeit von Spermaeigenschaften

Autor	Anzahl Bullen	Volumen	Dichte	Vorwärts- bewegung	Massen- bewegung
Rosenhahn u. Mäcke (1967)	57	0,43	0,51	0,44	0,37
Liebenberg u. Brückner (1970)	106	0,59	0,30	0,48	0,48
Maijala (1969)	166	0,73	0,74		
Rodionovskii (1978)	39	0,88	0,81	0,72	
Zelfel (1964)	140	0,77	0,68	0,38 ¹⁾	

1) 109 Bullen

COULTER et al. (1976) schätzen aufgrund einer Halbgeschwisteranalyse die Heritabilität des Skrotalumfanges auf $h^2 = 0,67$ und der Hodenkonsistenz auf $h^2 = 0,34$.

Tabelle 10 zeigt eine Übersicht der Heritabilitätswerte von Spermaeigenschaften. Die Heritabilitätswerte der quantitativen Spermaeigenschaften Volumen und Dichte schwanken in einem Bereich von $h^2 = 0,0$ bis $h^2 = 0,65$. Dieser große Streubereich ist auf die starke Umweltbeeinflussung zurückzuführen (PIRCHNER, 1968; LIEBENBERG und BRÜCKNER, 1970; SCHMID, 1974; MAIJALA, 1969).

Die Heritabilität der männlichen Fruchtbarkeit, meist ausgedrückt als die Non-Return-Rate nach 60 - 90 Tagen wird im allgemeinen von Halbgeschwistergruppen oder von Vater-Sohn-Paaren geschätzt. Nach OSTERKORN (1974) kann die Non-Return-Rate nach 60 - 90 Tagen gegenüber einem fixen Zeitpunkt einen maximalen Fehler von 4,3 Prozent aufweisen.

Tabelle 11 zeigt eine Übersicht der Heritabilitätswerte für die männliche Fruchtbarkeit, ausgedrückt als Non-Return-Rate nach 60 - 90 Tagen. Abweichungen hiervon werden im Text erläutert.

Tabelle 10: Heritabilitätswerte von Speramamerkmalen, geschätzt nach Halbgeschwisteranalyse

Autor	Anzahl Bullen	Volumen	Dichte	Vorwärtsbewegung	Massenbewegung
Brinks (1972)	798		0,28	0,23	
Liebenberg u. Brückner (1970)	106	0,09	0,14	0,42	0,32
Maijala (1969)	337	0,12	0,14		
Müller et al. (1971)	124	0,01 ^a 0,51 ^b	0,41 ^a 0,00 ^b		
Rodionovskii (1978)	39	0,46	0,37	0,32	
Samoilo (RSb) (1971)	71 81	0,26 0,38	0,10 0,41		
Schlote u. Müns (1980)	179	0,24	0,19	0,34	
Schmid (FV) (1974)	286	0,0	0,0	0,34	
	(GV) 126	0,0	0,65	0,48	
Siratskii (VS) et al. (1974)	53	0,43	0,41	0,35	
Strzezek et al. (1982)	967	0,41	0,44	0,17	0,15
Zelfel (1964)	1)	0,05	0,36	0,13	0,50

^a erster Sprung

^b zweiter Sprung

1) Volumen: 358 Bullen

Dichte: 354 Bullen

Vorwärtsbewegung: 333 Bullen

RSb = Russische Schwarzbunte

LB = Latvian-Brown

FV = Fleckvieh

GV = Gelbvieh

VS = Vater-Sohn

GASTEIGER (1980) führt die Schätzung anhand von Halbgeschwistergruppen durch. Hierfür wertet er die Non-Return-Raten von 94 Jungbullen aus, die 25 Vätern zugeordnet werden können, wobei die Durchschnitte der Non-Return-Raten auf Besamungsjahr und -monat, Alter, Techniker und Gebiet korrigiert sind. Bei einer Mindestzahl pro Halbgeschwistergruppe von zwei Tieren erhält er eine Heritabilität für die Non-Return-Rate nach 60 Tagen von

Tabelle 11: Übersicht der Heritabilitätswerte der Non-Return-Raten von Bullen

Autor	Jahr	h^2	Anzahl Bullen	Methode
Shannon u. Searle	1962	0,55	221	VS D
Siratskii et al.	1974	0,54	53	VS D
Siratskii	1982	0,47	290	VS D
Gaunt et al.	1976	0,24	161	VS D
		0,22	252	HG D
Gasteiger	1980	0,20	76	HG D
		0,12	76	HG D
Lederer	1978	0,14	33	HG D
Maijala	1967	0,36	839	HG D
	1969	0,18	839	HG D
McCraw	1982	0,67	93	HG D
		0,62	157	HG D
Menendes Buxadera et al.	1978	0,39	200	HG D
Rodionovskii	1978	0,42	39	
Samoilo	1969	0,20	81	HG D
	1976	0,52	39	HG D
Schlote u. Münks	1980	0,19	179	HG D
Schmid	1974	0,10	182	HG D
		0,20	88	HG D
Stemmler et al.	1973	0,29	172	HG D
Trofimenko	1972	0,16	20	HG D
Zelfel	1964	0,19	271	HG D
Distl et al.	1982	0,009 - 0,028	236	HG E
Hansen	1979	0,010 - 0,028	35	HG E
		0,013 - 0,036	28	HG E
		0,011 - 0,036	17	HG E
Murray et al.	1977	0,007		HG E
Stocker	1976	0,006		HG E

VS = Vater-Sohn

HG = Halbgeschwister

E = Einzelbesamung

D = Durchschnittswerte für Bullen aus einer Stichprobe von Einzelbesamungen

$h^2 = 0,36$ und für die Non-Return-Rate nach 60 - 90 Tagen von $h^2 = 0,24$. Bei einer Mindestzahl pro Halbgeschwistergruppe von drei Tieren reduziert sich die Anzahl der Bullen auf 76, die Heritabilität für die Non-Return-Rate nach 60 Tagen liegt bei $h^2 = 0,20$ und für die Non-Return-Rate nach 60 - 90 Tagen bei $h^2 = 0,12$. Dem Autor erscheinen die Werte aus der Schätzung mit mindestens drei Tieren pro Vater als zutreffender. Die Schätzung mit mindestens zwei Tieren führt wegen der relativ hohen Varianz zwischen den Gruppen zu einer Überschätzung von h^2 . Die Schätzungen erfolgen mit einer einfachen Varianzanalyse.

GAUNT et al. (1976) schätzen aufgrund einer Halbgeschwisteranalyse die Heritabilität der Non-Return-Rate nach 60 - 90 Tagen von 252 Holstein Friesian Besamungsbullen. Nach einer Korrektur auf Jahr und Monat erhalten sie einen Wert von $h^2 = 0,22$. Für die Schätzung aus der Regression von 161 Vater-Sohn Paaren erhalten sie eine Heritabilität von $h^2 = 0,24$.

Die von LEDERER (1978), TROFIMENKO (1972), SAMOILLO (1969), MAIJALA (1969) und ZELFEL (1964) geschätzte Heritabilität der männlichen Fruchtbarkeit liegt im Bereich von $h^2 = 0,14$ bis $h^2 = 0,20$. Der von MAIJALA (1967) geschätzte Wert von $h^2 = 0,36$ wird vom Autor wegen systematischer Einflüsse als zu hoch geschätzt betrachtet.

STEMMLER et al. (1973) analysieren 13 Halbgeschwistergruppen mit 172 Nachkommen und erhalten eine Heritabilität der Non-Return-Rate nach 60 - 90 Tagen von $h^2 = 0,29$.

SCHMID (1974) führt seine Schätzungen mit Hilfe von Besamungsdaten von 182 Jungbullen der Rasse Deutsches Fleckvieh und von 88 Jungbullen der Rasse Deutsches Gelbvieh durch. Pro Bulle müssen mindestens 500 Erstbesamungen ausgeführt worden sein. Für Deutsches Fleckvieh wird eine Heritabilität von 0,10, für Deutsches Gelbvieh von 0,20 geschätzt.

SHANNON und SEARLE (1962) schätzen aufgrund einer Vater-Sohn-Regression einen h^2 -Wert von 0,55. Dieser Wert wird allerdings

von den Autoren als zu hoch angesehen und ein Wert von 0,30 für zutreffender gehalten.

SCHLOTE und MUNKS (1980) errechnen aus einem Material von 179 Bullen von 20 Vätern bei mindestens fünf Halbgeschwistern pro Gruppe eine Heritabilität der Non-Return-Rate von $h^2 = 0,19$. Vorher wird die Non-Return-Rate auf den Einfluß von Jahr, Jahreszeit, Testmethode und Region sowie der Interaktion zwischen Jahr und Jahreszeit korrigiert.

HANSEN (1979) schätzt die Heritabilität der Non-Return-Rate von Einzelbesamungen. Zugrunde gelegt werden die Non-Return-Raten nach 18 - 24 Tagen, 30 - 60 Tagen und 60 - 90 Tagen von über 1 Million Erstbesamungen von Bullen der Rassen Rote Dänische Milchrasse, Schwarzbunte Dänische Milchrasse und Dänische Jersey. Die Heritabilität der Non-Return-Raten liegen zwischen $h^2 = 0,010$ und $h^2 = 0,036$. Während die Betrachtung der Non-Return-Rate als diskretes Merkmal mit den Werten 0 und 1 zu den niedrigeren h^2 -Werten führt, ergeben sich aus der direkten Schätzung der Varianz zwischen und innerhalb Bullen mit anschließender Transformation auf die zugrunde liegenden Genotypen die höchsten h^2 -Werte. Der niedrigere Wert in Tabelle 11 bezieht sich auf die Non-Return-Rate nach 18 - 24 Tagen und aus der Betrachtung der Non-Return-Rate als diskretes Merkmal.

MURRAY et al. (1977) und STOCKER (1976) führen die Heritabilitäts-schätzung anhand von Einzelbesamungen durch. MURRAY et al. (1977) errechnen eine Heritabilität der Non-Return-Rate nach 60 - 90 Tagen von $h^2 = 0,007$. STOCKER (1976) erhält sowohl für die Non-Return-Rate nach 30 - 60 Tagen als auch für die Non-Return-Rate nach 60 - 90 Tagen einen h^2 -Wert von 0,006.

DISTL et al. (1982) schätzen ebenfalls die Heritabilität der Non-Return-Rate nach 60 Tagen anhand von Einzelbesamungen, ausgeführt bei Färsen und Kühen in der ersten bis dritten Laktationsnummer. Sie erhalten Werte von $h^2 = 0,009$ bis 0,028.

Nach SYRSTAD (1981) liegt bei einer Heritabilität der Einzelbesamung von 0,005 und einer Wiederholbarkeit der Einzelbesamung von 0,01 die Heritabilität der durchschnittlichen Non-Return-Rate, ausgehend von 400 Erstbesamungen, bei $h^2 = 0,40$.

3. Material und Methode

3.1 Allgemeines

Zur Auswertung werden 990 Ejakulate, die von 10 Altbullen der Jahrgänge 1971 bis 1975 und von 25 Jungbullen der Jahrgänge 1979 bis 1980 der Besamungsstation Meggle in Rottmoos bei Reitmehring stammen, herangezogen. Die Ejakulate sind in der Zeit von Mai 1980 bis April 1982 gewonnen worden. Von allen Bullen ist die Abstammung mütterlicher- und väterlicherseits bis zu den Großeltern erfaßt. Je ein Jung- und ein Altbulle besitzen einen Red-Holstein-Blutanteil von 50 Prozent, und ein Jungbulle weist einen Red-Holstein-Blutanteil von 25 Prozent auf. Drei Jungbullen gehören der Rasse Simmentaler Fleckvieh an. Die übrigen Bullen gehören zur Rasse Deutsches Fleckvieh. Zur Feststellung der Befruchtungsergebnisse werden 48 052 Erstbesamungen ausgewertet, die von 27 Besamungstechnikern in 3 268 Herden durchgeführt worden sind.

3.2 Arbeitsweise der Besamungsstation Meggle

Die Jungbullen werden einer eingehenden Einstellungsuntersuchung unterzogen. Liegen nach der klinischen, andrologischen und seuchenhygienischen Untersuchung eines Bullen keine Einwände für seine Verwendung an der Besamungsstation vor, so wird er nach vier bis fünf Wochen in den Prüfungseinsatz übernommen. Pro Bulle werden im Prüfungseinsatz ca. 1 200 Erstbesamungen ausgeführt. Im Regelfall bleibt der Bulle solange an der Besamungsstation bis ca. 20 000 Samenprotionen eingelagert sind.

Die Bullen werden in zwei Wochen dreimal abgesamt. Als Sprungpartner dienen andere Bullen oder ein Phantom. Die Samengewinnung erfolgt mit einer künstlichen Scheide. Das Ejakulatvolumen wird von einer technischen Assistentin direkt von der Skala des Samenauffangglases abgelesen. Anschließend wird am nativen Ejakulat eine subjektive Schätzung des prozentualen Anteils vorwärtsbeweglicher Spermien im Deckglaspräparat vorgenommen. Mittels eines Spermienkonzentrationsphotometers wird die Spermien-

dichte bestimmt. Zusätzlich berechnet das Gerät das notwendige Verdünnervolumen, um pro Minipaillette eine Besamungsdosis von 30 Millionen Spermien zu erreichen, und die Zahl der zu bedruckenden Minipailletten. Drei technische Assistentinnen fertigen am Sprungtag vor dem Tiefgefrieren und sofort nach dem Auftauen pro Ejakulat je einen Deckglasausstrich nach EIBL (1959) mit Hilfe einer Lösung aus zwei Prozent Eosin und drei Prozent Natriumcitrat zur Lebend-Tod-Bestimmung an. Pro Präparat werden bei 480facher Vergrößerung 200 Spermien ausgezählt. Neben der Zahl der gefärbten (=toten) und der ungefärbten (=lebenden) Spermien wird im gleichen Präparat auch die Anzahl der pathologischen Spermien bestimmt. Die erhobenen Befunde werden aufgezeichnet und in das Spermaprotokoll übertragen. Nur Sperma, das die in Abschnitt 3.4 beschriebenen hohen Qualitätsansprüche erfüllt, kommt in den Besamungseinsatz.

Die anlässlich einer Besamung ausgestellten Besamungsscheine enthalten alle wesentlichen Angaben über das besamte Tier sowie über die verwendete Paillette des Besamungsbullen. Diese Angaben werden EDV-mäßig durch die Firma Meggle erfasst, wobei die Daten bei der Übertragung auf die EDV-Anlage automatisch mit Hilfe eines Programms kontrolliert werden. Zur Überprüfung der Fruchtbarkeitslage der Bullen werden monatlich die Non-Return-Raten nach 60 - 90 Tagen für die Bullen und für die Ejakulate innerhalb Bullen ausgedruckt.

3.3 Datenerfassung

Die Besamungsdaten der KB-Station Meggle werden dem Lehrstuhl für Tierzucht der Universität München EDV-mäßig zur Verfügung gestellt. Die Angaben zu den Ejakulaten der Bullen sowie ihrer Abstammung sind aus den Unterlagen der Besamungsstation Meggle erhoben und dann auf die EDV-Anlage des Bayerischen Staatsministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten in München übertragen worden. Die Ejakulatdaten werden über die Herdbuchnummer des Bullen und die Ejakulatnummer den Erstbesamungsdaten zugeordnet. Insgesamt können zu 487 Ejakulaten die dazugehörigen Erstbesamungen bei Kühen aus der 1. bis 6. Laktationsnummer gefunden werden.

Damit enthält der Datensatz folgende Angaben:

Bullennummer

Geburtsdatum

Rasse

Abstammung mütterlicher- und väterlicherseits

Ejakulatnummer

Sprungdatum

Ejakulatvolumen

Ejakulatdichte

Anteil vorwärtsbeweglicher Spermien im nativen Ejakulat

Anteil toter Spermien im nativen Ejakulat

Anteil pathologischer Spermien im nativen Ejakulat

Anteil lebender Spermien im nativen Ejakulat

Anteil toter Spermien nach dem Tiefgefrieren und Auftauen
am Sprungtag

Anteil pathologischer Spermien nach dem Tiefgefrieren und
Auftauen am Sprungtag

Anteil lebender Spermien nach dem Tiefgefrieren und Auf-
tauen am Sprungtag

Anteil toter Spermien nach dem Tiefgefrieren und Auftauen
am Ausgabetag

Anteil lebender Spermien nach dem Tiefgefrieren und Auf-
tauen am Ausgabetag

Verbleib der Ejakulate

- Einsatz an der Besamungsstation Meggle
- Einsatz an anderen Besamungsstationen
- Ejakulat noch nicht im Einsatz
- Ejakulat verworfen (mit Angabe des Grundes für
das Verwerfen)

Betriebsnummer

Kuhnummer

Vater der Kuh

Besamungstechniker

Laktationsnummer

Letztes Kalbedatum

Besamungsdatum

Wievielte Besamung

Errechnete Daten:

Alter beim Sprung	= Alter des Bullen beim Sprung
Zwischensprungzeit	= Zeit zwischen zwei Sprüngen
Verwerfungsrate	= Angabe, ob ein Ejakulat verworfen worden ist
Rastzeit	= Intervall Kalbung - 1. Besamung
Non-Return-Rate nach 60 Tagen (NR 60)	= Angabe, ob eine Kuh innerhalb von 60, 90 und 150 Tagen nicht erneut besamt worden ist.
90 Tagen (NR 90)	
150 Tagen (NR 150)	
1. Zwischenbesamungszeit (1.ZBZ)	= Intervall 1. Besamung - 2. Besamung

Als Produktionsmerkmal für die Charakterisierung der Fruchtbarkeit eines Bullen sind nachfolgende Parameter berechnet worden. Da die Bullen über einen variablen Zeitraum eingesetzt werden, sind die Produktionsmerkmale auf ein Zeitintervall von 90 Tagen standardisiert worden. Diese Zeitspanne entspricht in etwa der Haltungsdauer als Prüfbulle an der KB-Station Meggle.

Anzahl Pailletten	= Quotient aus der Anzahl der Spermien pro Ejakulat und Anzahl Spermien je Paillette (30 Mill. pro Paillette)
Anzahl erwarteter Kälber	= Produkt aus der Anzahl Pailletten und NR 150 des betreffenden Bullen
Volumen der Ejakulate	= Volumen der Ejakulate, bezogen auf einen 90tägigen Zeitraum
Anzahl Spermien	= Anzahl der Spermien, bezogen auf einen 90tägigen Zeitraum
Anzahl Sprünge	= Anzahl aller ausgeführten Sprünge
Anzahl verworfener Ejakulate	= Anzahl der Ejakulate, welche die Mindestanforderungen der KB-Station nicht erfüllen und verworfen werden
Anzahl unproduktiver Sprünge	= Summe aus der Anzahl nicht wahrgenommener Sprungtermine und der Anzahl Sprünge mit verworfenen Ejakulaten

3.4 Materialbeschreibung

Spermamerkmale

Um eine Übersicht über die Spermamerkmale zu erhalten, werden für jedes Merkmal Mittelwert und Standardabweichung sowie Minimum und Maximum errechnet. Zusätzlich werden die Parameter Alter am Sprungtag, Verwerfungsrate der Ejakulate und Zwischensprungzeit eingeführt. Für den Sprung am ersten Tag des Einsatzes ergibt sich eine Zwischensprungzeit von null Tagen. In den Tabellen 12, 13 und 14 sind die Spermamerkmale über alle Bullen sowie getrennt nach Jung- und Altbullen aufgeführt. Unterschiede in der Anzahl erfaßter Ejakulate für die verschiedenen Spermamerkmale treten auf, weil von verworfenen Ejakulaten nicht alle Spermamerkmale beurteilt werden. Außerdem wird zu Beginn des Erfassungszeitraumes die Lebend-Tod-Färbung nach dem Tiefgefrieren und Auftauen am Ausgabetag durchgeführt, während sie im weiteren Verlauf nach dem Tiefgefrieren und Auftauen am Sprungtag vorgenommen wird. Aus den Histogrammen (Abbildung 1 bis 11) sind die Häufigkeitsverteilungen der Spermamerkmale ersichtlich. Der einzige Unterschied zwischen Jung- und Altbullen liegt, wie auch die Tabellen 13 und 14 zeigen, für das Spermamerkmal Volumen vor. Hier kommt es bei den Jungbullen zu einer deutlichen Linksverschiebung.

Von 990 Ejakulaten stammen 562 von 10 Altbullen und 428 Ejakulate von 25 Jungbullen. Tabelle 15 gibt Aufschluß über die Verwendung der Ejakulate. 757 Ejakulate (76,5 Prozent) sind in der Besamung eingesetzt worden bzw. noch für den Einsatz vorgesehen. 165 Ejakulate (16,7 Prozent) sind aufgrund von Spermamängeln verworfen worden. 68 Ejakulate (6,9 Prozent) sind nicht zum Einsatz gekommen, weil sie für die Einstellungsuntersuchung verwendet worden sind, bei der Gewinnung und Verarbeitung technische Fehler aufgetreten sind oder der Sprung des Bullen mißlungen ist, und somit kein Sperma gewonnen werden konnte. Wie aus Tabelle 16 hervorgeht, liegt in den Monaten Januar, Februar, September und Dezember die Verwerfungsrate deutlich unter dem Durchschnitt, in den Monaten März, April, Juni und August deutlich über dem Durchschnitt. Eine Übersicht für die Anzahl gewonnener Ejakulate pro Jahr, sowie für die Anzahl und den prozentualen Anteil verworfener Ejakulate pro Jahr gibt Tabelle 17.

Tabelle 12: Übersicht für die Spermaeigenschaften über alle Bullen
(n = 35 Bullen)

Parameter	Anzahl Ejakulate n	Mittel- wert $\bar{x}$	Standard- abweichung s	Minimum	Maximum
Volumen (ml)	980	5,82	2,33	2,00	13,50
Vorwärtsbewegung (%)	980	78,00	3,34	60,00	80,00
Dichte ($10^6/\text{mm}^3$)	980	1,32	0,36	0,05	2,21
Tote Spermien (%)	923	19,81	6,72	6,00	59,00
Pathologische Spermien (%)	923	5,73	2,43	2,00	36,00
Lebende Spermien (%)	923	74,46	7,54	36,00	89,00
Tote Spermien nach dem Auftauen (%)	256	35,92	8,42	18,00	75,00
Pathologische Spermien nach dem Auftauen (%)	256	3,19	1,69	0,0	9,00
Lebende Spermien nach dem Auftauen (%)	256	60,89	8,58	25,00	82,00
Tote Spermien bei Ausgabe (%)	133	44,29	9,22	20,00	70,00
Lebende Spermien bei Ausgabe (%)	133	55,71	9,44	30,00	80,00
Verwerfungsrate (%)	990	16,80			
Alter beim Sprung (Tage)	990	1637,02	1047,43	392,00	3697,00
Zwischensprungzeit (Tage)	990	5,51	5,12	0,0	77,00

Tabelle 13: Übersicht für die Spermaeigenschaften der Jungbullen
(n = 25 Jungbullen)

Parameter	Anzahl Ejakulate n	Mittel- wert $\bar{x}$	Standard- abweichung s	Minimum	Maximum
Volumen(ml)	423	4,22	1,36	2,00	9,00
Vorwärtsbewegung (%)	423	77,76	3,64	60,00	80,00
Dichte ($10^6/\text{mm}^3$)	423	1,30	0,43	0,05	2,21
Tote Spermien (%)	398	19,87	6,19	6,00	45,00
Pathologische Spermien (%)	398	5,85	3,28	2,00	36,00
Lebende Spermien (%)	398	74,28	7,71	41,00	89,00
Tote Spermien nach dem Auftauen (%)	198	35,03	7,60	20,00	63,00
Pathologische Spermien nach dem Auftauen (%)	198	3,24	1,73	1,00	9,00
Lebende Spermien nach dem Auftauen (%)	198	61,73	7,83	35,00	77,00
Verwerfungsrate (%)	428	14,49			
Alter beim Sprung (Tage)	428	524,39	70,95	392,00	727,00
Zwischensprungzeit (Tage)	428	5,37	4,44	0,0	77,00

Tabelle 14: Übersicht für die Spermmamерkmale der Altbullen
(n = 10 Altbullen)

Parameter	Anzahl Ejakulate n	Mittel- wert $\bar{x}$	Standard- abweichung s	Minimum	Maximum
Volumen (ml)	557	7,03	2,18	2,00	13,50
Vorwärtsbewegung (%)	557	78,19	3,08	70,00	80,00
Dichte ($10^6/\text{mm}^3$)	557	1,34	0,31	0,15	2,09
Tote Spermien (%)	525	19,76	7,12	7,00	59,00
Pathologische Spermien (%)	525	5,64	1,97	2,00	13,00
Lebende Spermien (%)	525	74,60	7,53	36,00	89,00
Tote Spermien nach dem Auftauen (%)	58	38,95	10,35	18,00	75,00
Pathologische Spermien nach dem Auftauen (%)	58	3,03	1,46	1,00	8,00
Lebende Spermien nach dem Auftauen (%)	58	58,02	10,44	25,00	82,00
Tote Spermien bei Ausgabe (%)	133	44,29	9,22	20,00	70,00
Lebende Spermien bei Ausgabe (%)	133	55,71	9,44	30,00	80,00
Verwerfungsrate (%)	562	18,51			
Alter beim Sprung (Tage)	562	2484,36	516,43	1857,00	3697,00
Zwischensprungzeit (Tage)	562	5,61	5,58	0,0	50,00

Abbildung 1: Histogramme für das Spernamerkmals Volumen

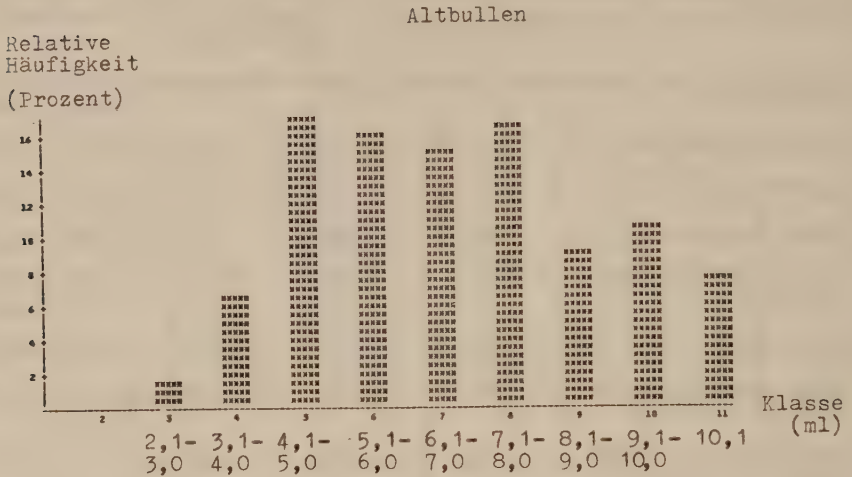
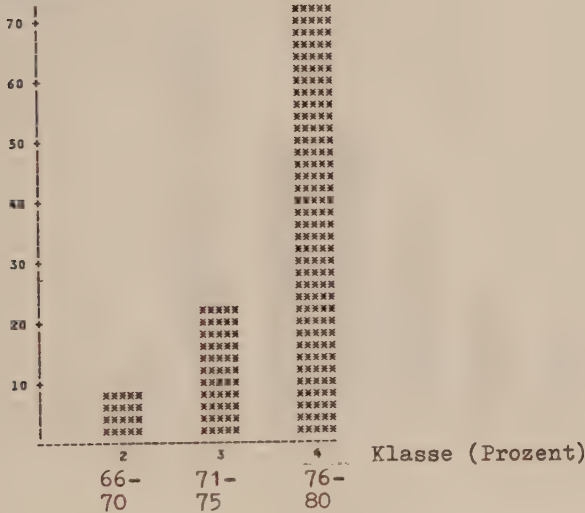


Abbildung 2: Histogramme für das Spermaerkm. Vorwärtsbewegung
Altbullen

Relative
Häufigkeit
(Prozent)



Jungbullen

Relative
Häufigkeit
(Prozent)

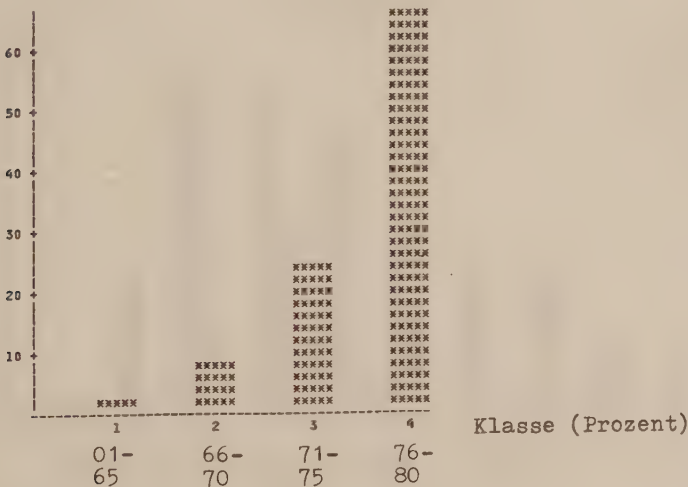


Abbildung 3: Histogramme für das Spernamerkmalt Dichte

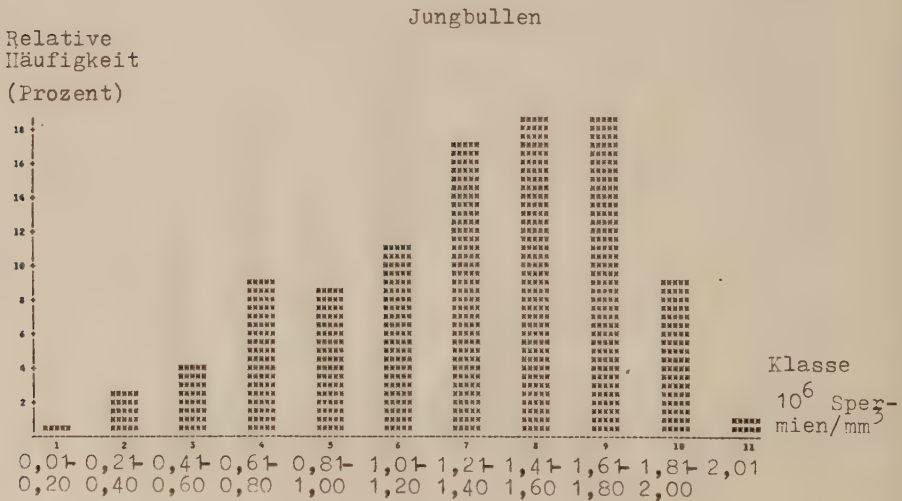
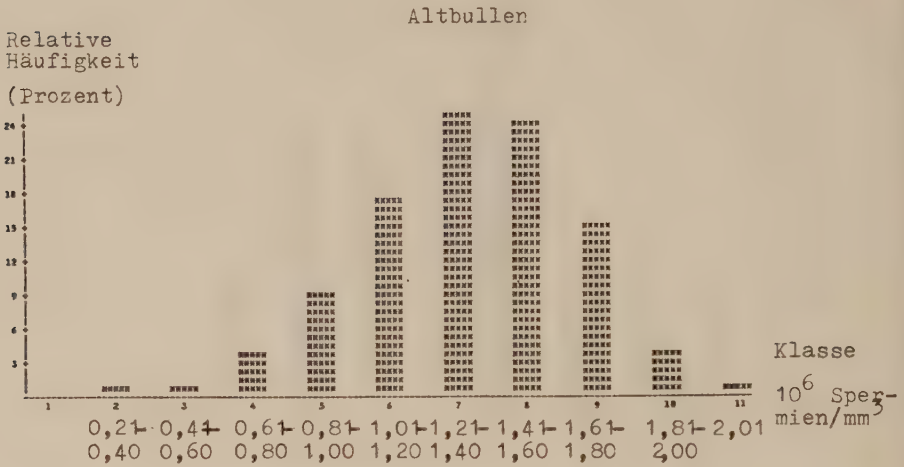
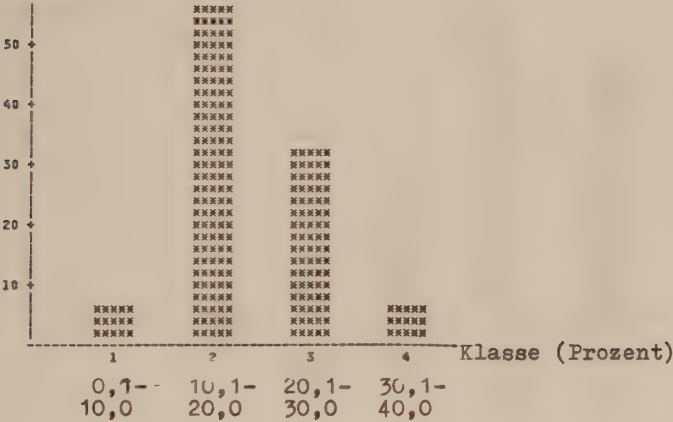


Abbildung 4: Histogramme für das Spermaermerkmal tote Spermien

Altbullen

Relative
Häufigkeit
(Prozent)



Jungbullen

Relative
Häufigkeit
(Prozent)

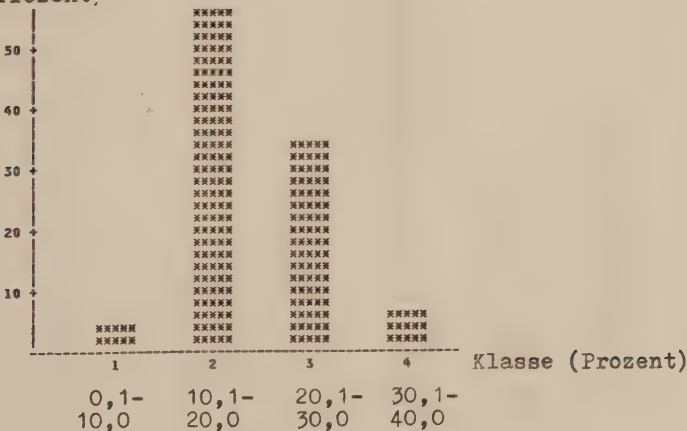
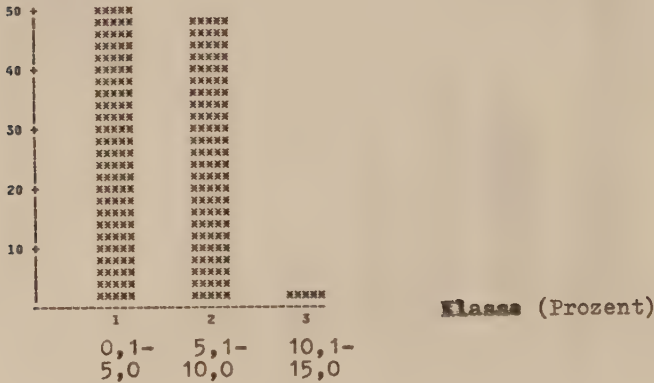


Abbildung 5: Histogramme für das Spernamerkmak pathologische Spermien

Altbullen

Relative
Häufigkeit
(Prozent)



Jungbullen

Relative
Häufigkeit
(Prozent)

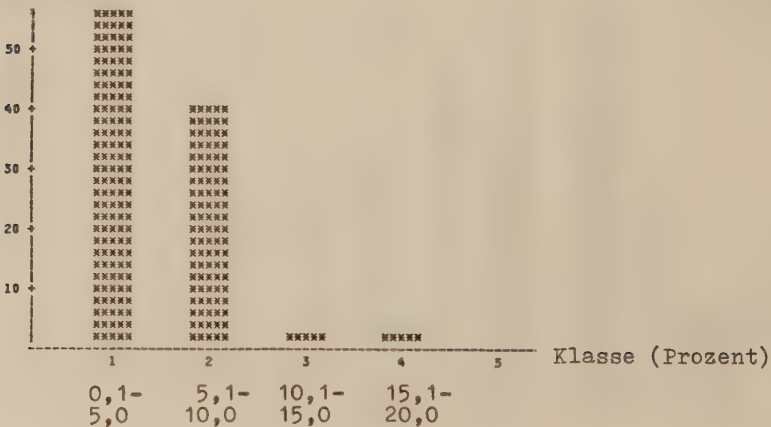
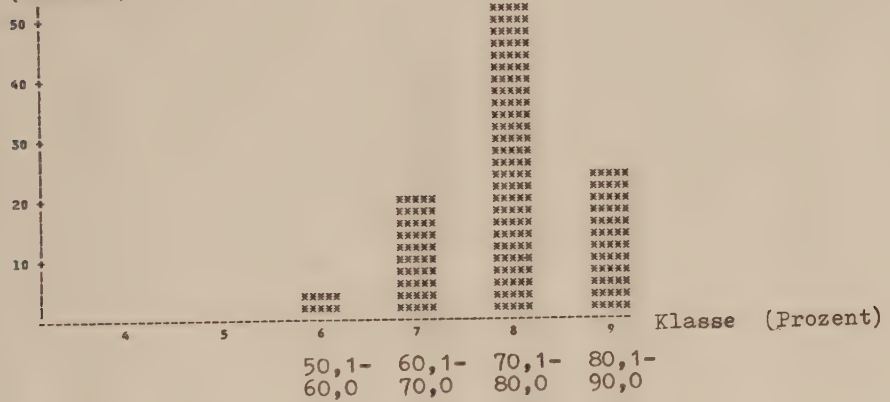


Abbildung 6: Histogramme für das Spermamerkmal lebende Spermien

Altbullen

Relative
Häufigkeit
(Prozent)



Jungbullen

Relative
Häufigkeit
(Prozent)

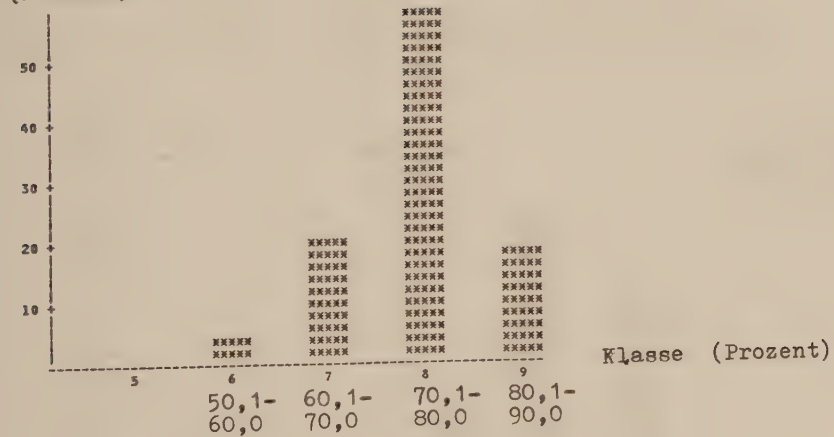


Abbildung 7: Histogramme für das Spermamerkmal tote Spermien nach dem Auftauen

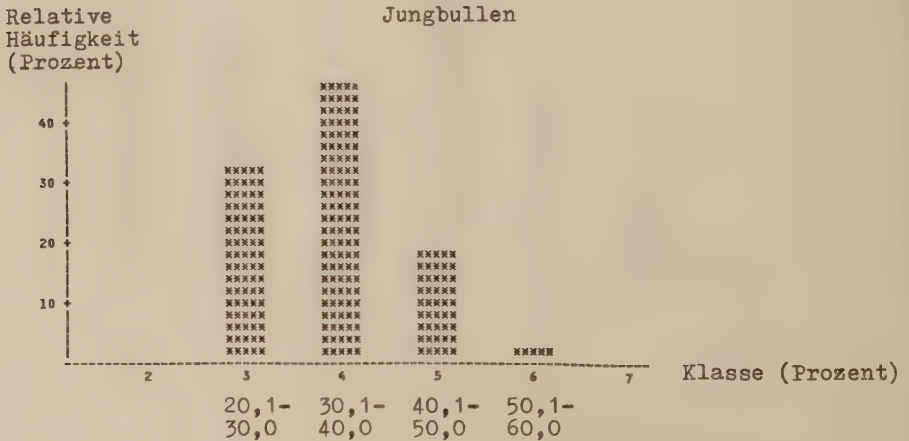
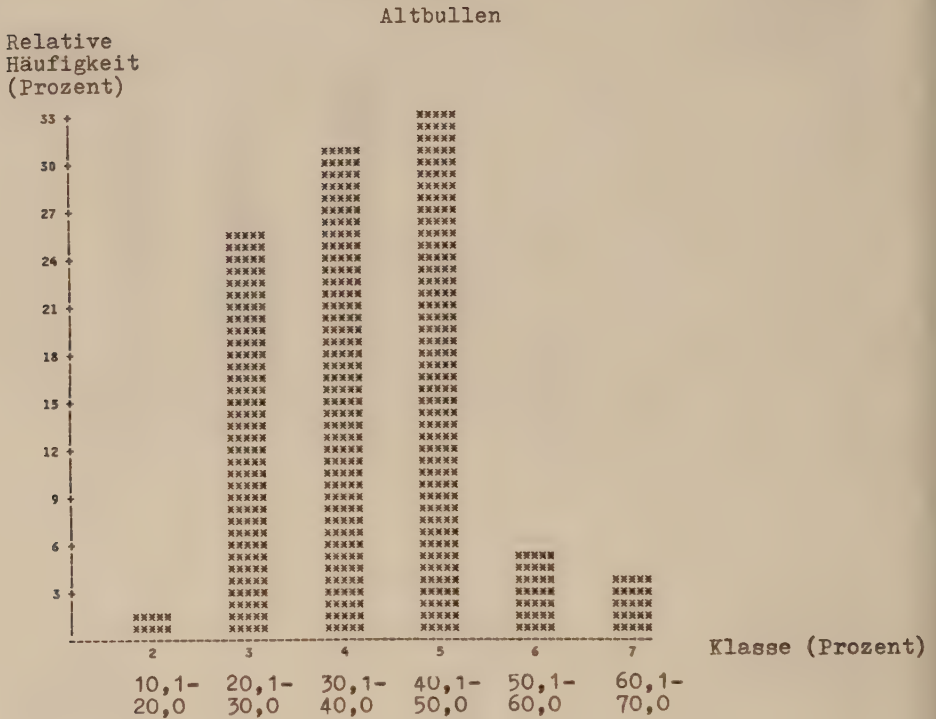
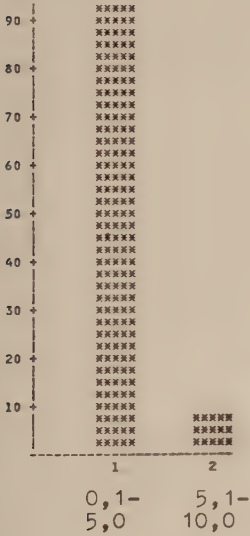


Abbildung 8: Histogramme für das Spermamerkmal pathologische Spermien nach dem Auftauen

Altbullen

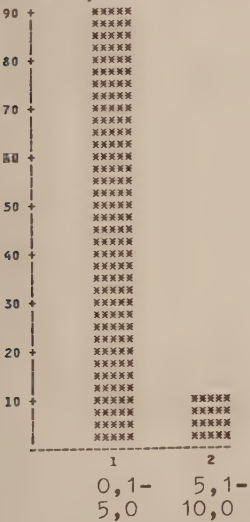
Relative
Häufigkeit
(Prozent)



Klasse (Prozent)

Jungbullen

Relative
Häufigkeit
(Prozent)



Klasse (Prozent)

Abbildung 9: Histogramme für das Spernamerkmak lebende Spermien
nach dem Auftauen

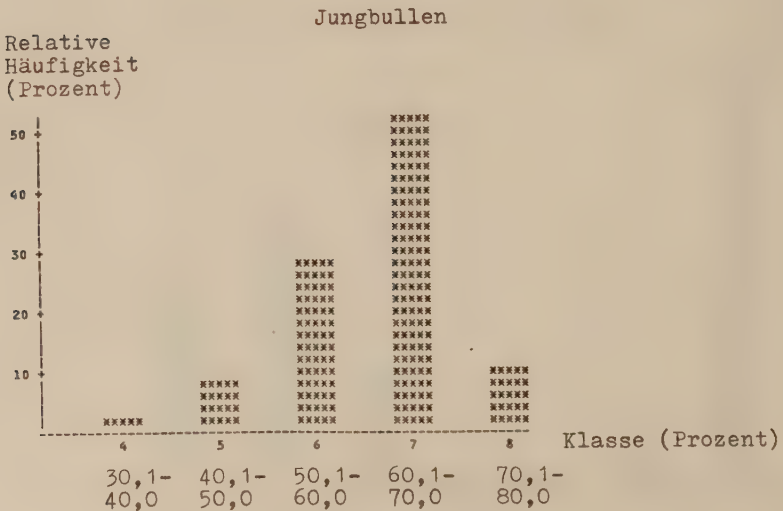
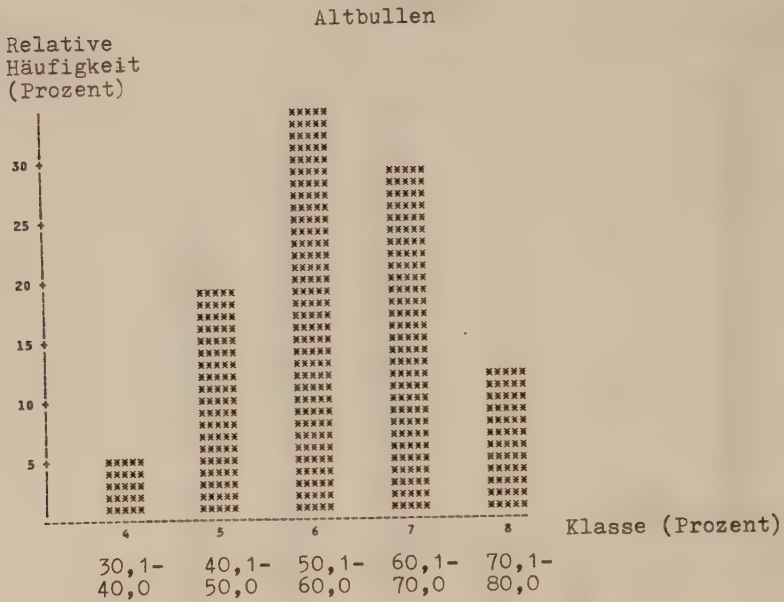


Abbildung 10: Histogramm für das Spermamerkmal tote Spermien bei
Ausgabe

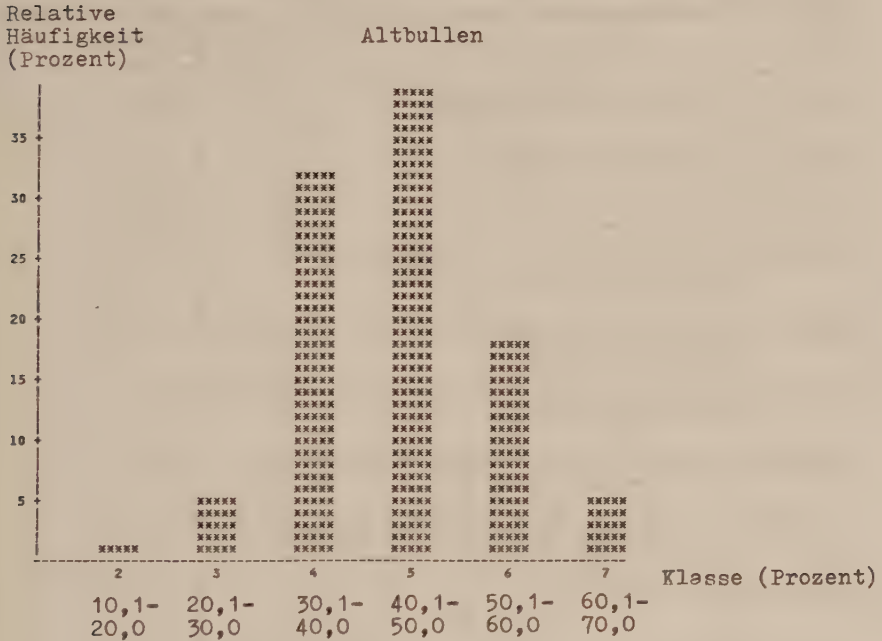


Abbildung 11: Histogramm für das Spermamerkmal lebende Spermien
bei Ausgabe

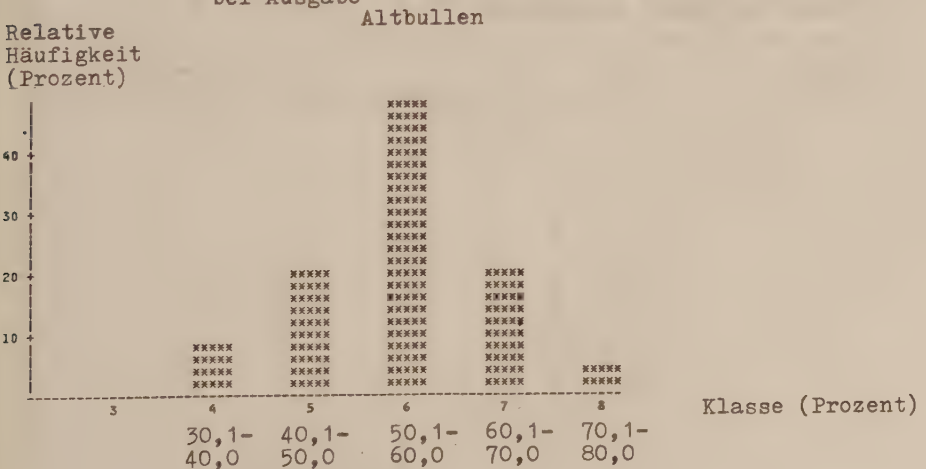


Tabelle 15: Verbleib der Ejakulate

Verbleib	Verwendung bzw. Verwerfungsgrund	Ejakulate	
		n	Prozent
Einsatz	Besamungsstation Meggle	588	59,4
Einsatz	andere Besamungsstationen	145	14,6
Lagerung	noch nicht ausgegeben	24	2,4

verworfen	weniger als 600 000 Spermien/mm ³ im nativen Ejakulat	21	2,1
verworfen	mehr als 25 % tote Spermien im nativen Ejakulat	48	4,8
verworfen	weniger als 50 % Vorwärtsbewegung nach dem Auftauen	11	1,1
verworfen	weniger als 50 % lebende Spermien nach dem Auftauen	27	2,7
verworfen	weniger als 20 % Vorwärtsbewegung nach 16stündiger Lagerung bei 5 °C	37	3,7
verworfen	sonstige Gründe	21	2,1

verworfen	Einstellungsuntersuchung, techni- sche Mängel in der Verarbeitung	62	6,3
verworfen	Sprung verunglückt	6	0,6
Total		990	100

Tabelle 16: Verwerfungsrate in Abhängigkeit vom Monat

	M o n a t												Gesamt
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Ejakulate (n)	88	89	72	63	72	89	91	75	104	97	74	76	990
Verworfenne Ejakulate (n)	12	12	15	16	13	20	15	16	12	16	13	5	165
Anteil verworfener Ejakulate (%)	13,6	13,5	20,8	25,4	18,1	22,5	16,5	21,5	11,5	16,5	17,6	6,8	

Tabelle 17: Verwerfungsrate in Abhängigkeit vom Jahr

	1980	1981	1982	Gesamt
Ejakulate (n)	377	545	68	990
Verworfenne Ejakulate (n)	66	97	2	165
Anteil verworfener Ejakulate (%)	17,5	17,8	2,9	

Mit dem Sperma der erfaßten Ejakulate sind insgesamt rund 64 000 Erstbesamungen durchgeführt worden. Um eine Verzerrung der Ergebnisse durch extreme Werte zu vermeiden, werden an das Material folgende Anforderungen gestellt:

- mindestens 40 Erstbesamungen pro Ejakulat
- mindestens 1 000 Erstbesamungen pro Techniker
- eine Herdengröße von mindestens 4 Kühen
- eine Güstzeit von höchstens 200 Tagen
- mindestens 10 Kühe pro Kuhvater
- Kühe der 1. bis 6. Laktationsnummer

Nach Einführung dieser Beschränkungen können 32 298 Erstbesamungen ausgewertet werden. In Tabelle 18 wird eine Übersicht für die Fruchtbarkeitsparameter gegeben. Es werden die Mittelwerte je Ejakulat, Techniker, Herde, Kuhvater und Kuh angegeben.

Tabelle 18: Übersicht für die Mittelwerte der Fruchtbarkeitsparameter nach Ejakulaten, Techniker, Herden, Kuhväter und Kühen

Parameter	Ejakulate n=487	Techniker n=27	Herden n=3268	Kuhväter n=337	Kühe n=32298
Erstbesamungen	129,5	2445,2	19,5	157,0	
Rastzeit (Tage)	79,1	78,6	79,9	74,3	74,0
NR 60 (Prozent)	70,6	70,8	71,5	69,7	67,7
NR 90 (Prozent)	65,2	65,6	66,3	64,6	61,8
NR 150 (Prozent)	62,8	63,2	63,9	62,3	59,4
1. Zwischenbesamungszeit (Tage)	16,7	16,6	16,3	16,5	17,7

Produktionsmerkmale

Für die KB-Station sind die wichtigsten Produktionsmerkmale eines Bullen die Anzahl Pailletten und die Anzahl erwarteter Kälber. Hinzu kommen die Anzahl Sprünge, Anzahl verworfener Ejakulate und Anzahl unproduktiver Sprünge, sowie die Anzahl Spermien und das Volumen. Die Anzahl unproduktiver Sprünge ergibt sich aus der Summe der Anzahl verworfener Ejakulate und der Abweichung von der maximal möglichen Anzahl Sprünge während eines 90tägigen Einsatzzeitraums, wobei angenommen wird, daß ein Bulle in 14 Tagen dreimal zu einem Sprung herangezogen wird. Die Produktionsmerkmale, eine Übersicht gibt Tabelle 19, werden auf einen Einsatzzeitraum von 90 Tagen bezogen. In diesem Zeitraum sollte ein Jungbulle die für seinen Prüfungseinsatz benötigte Anzahl von 2 000 Pailletten produziert haben.

Tabelle 19: Produktionsmerkmale von Bullen, bezogen auf einen Einsatzzeitraum von 90 Tagen (n = 35 Bullen)

Parameter	Einheit	Mittelwert $\bar{x}$	Standardabweichung s
Anzahl Pailletten		3271,83	1145,56
Anzahl erwarteter Kälber		1928,65	703,16
Anzahl Sprünge		16,82	2,74
Anzahl verworfener Ejakulate		2,16	2,93
Anzahl unproduktiver Sprünge		4,97	3,35
Anzahl Spermien	x 10 ⁹	98,15	34,37
Volumen	ml	72,89	22,48

In Tabelle 20 sind die Mittelwerte und Standardabweichungen der Produktionsmerkmale, getrennt nach Alt- und Jungbullen, sowie deren Unterschied und Signifikanz aufgeführt. Während die Jungbullen eine höhere Anzahl Sprünge erreichen, liegen die Durchschnittswerte der Altbullen bei allen anderen Produktionsmerkmalen über denen der Jungbullen. Ein signifikanter Unterschied ergibt sich für alle Produktionsmerkmale mit Ausnahme der Anzahl Sprünge und der Anzahl verworfener Ejakulate.

Tabelle 20: Produktionsmerkmale und Einsatzdauer von Alt- und Jungbullen, bezogen auf einen Einsatzzeitraum von 90 Tagen

Parameter	Einheit	Altbullen (n = 10)		Jungbullen (n = 25)		Unterschied Alt- Jung- bullen bullen
		Mittelwert	Standard- abweichung	Mittelwert	Standard- abweichung	
Einsatzdauer	Tage	314,50	100,04	91,92	35,93	222,58 ⁺⁺⁺
Anzahl Pailletten		4027,90	612,33	2969,40	968,17	1058,50 ⁺⁺
Anzahl erwarteter Kälber		2359,11	375,87	1756,47	594,30	602,64 ⁺
Anzahl Sprünge		16,38	1,46	17,00	2,30	- 0,62
Anzahl verworfener Ejakulate		3,12	1,58	1,78	2,50	1,34 ⁺
Anzahl unproduktiver Sprünge		6,93	1,79	4,18	2,83	2,75 ⁺
Anzahl Spermien	x 10 ⁹	120,83	18,37	89,08	29,05	31,75 ⁺⁺
Volumen	ml	91,90	12,02	65,28	19,00	26,62 ⁺⁺⁺

+ : p ≤ 0,05

++ : p ≤ 0,01

+++ : p ≤ 0,001

In den Tabellen 21 und 22 sind die Mittelwerte der Produktionsmerkmale für die einzelnen Alt- und Jungbullen aufgeführt. Die stark abfallenden Werte des Altbullen Nr. 2 liegen darin begründet, daß der Bulle wegen Krankheit zweimal eine ca. 50tägige Sprungpause einlegen mußte. Die Bullen Nr. 5, 10 und 34 sind öfter als dreimal innerhalb 14 Tagen zu Sprüngen herangezogen worden und weisen somit eine negative Anzahl unproduktiver Sprünge auf. In der Gruppe der Jungbullen fallen die Werte der Bullen Nr. 16, 19 und 24 gegenüber den Werten der restlichen Bullen deutlich ab. Sie erreichen die erforderliche Anzahl von 2 000 Pailletten für den Prüfungseinsatz nicht. Einerseits ist ihre Anzahl verworfener Ejakulate erhöht, andererseits weisen ihre Ejakulate eine geringere Dichte auf. Dies führt zu einer geringeren Anzahl Spermien.

3.5 Statistische Methoden

Für die Auswertung der Daten werden verschiedene statistische Modelle angewandt, die getrennt nach den verschiedenen Parametern im folgenden beschrieben werden.

Spermamerkmale

Für die Analyse der Spermamerkmale wird das folgende statistische LS-Modell verwendet:

Modell 1.1:

$$y_{ijklmno} = \mu + \text{Gruppe}_i + \text{Bulle}_{ij} + \text{Monat}_k + \text{Jahr}_l + b_{im} (X - \bar{X}) + b_{in} (Z - \bar{Z}) + \text{Rest}_{ijklmno}$$

$$y_{ijklmno} = \text{Spermamerkmal}$$

$$\mu = \text{Modellkonstante}$$

$$\text{Gruppe}_i = \text{fixer Effekt der Bullengruppe}_i \text{ (Jung-, Altbullengruppe)}$$

$$\text{Bulle}_{ij} = \text{zufälliger Effekt des Bullen}_{ij} \text{ innerhalb der Gruppe}_i$$

Tabelle 21: Produktionsmerkmale der einzelnen Altbullen, bezogen auf einen Einsatzzeitraum von 90 Tagen

Bulle Nr.	Anzahl Faillletten	Anzahl erwarteter Kälber	Anzahl Sprünge	Anzahl verworfenener Ejakulate	Anzahl unproduktiver Sprünge	Anzahl Spermien (x 10 ⁹)	Volumen (ml)
1	4626,2	2544,4	14,10	1,45	6,62	138,78	119,43
2	1246,5	716,7	10,40	2,90	11,78	37,39	41,97
3	4224,9	2496,9	15,52	1,90	5,65	126,74	95,22
4	4751,7	2775,0	18,34	2,86	3,80	142,55	103,47
5	4913,6	2884,3	23,41	8,06	- 3,92	147,41	96,89
6	4696,6	2855,5	18,57	0,71	1,42	140,89	94,16
7	4498,5	2550,6	14,99	0,00	4,28	134,95	107,74
8	3887,5	2394,7	13,40	0,55	6,42	116,62	103,59
9	3416,9	1882,7	15,33	3,12	7,07	102,50	64,58
10	4016,6	2490,3	19,72	9,68	- 0,07	120,49	91,97

Tabelle 22: Produktionsmerkmale der einzelnen Jungbullen, bezogen auf einen Einsatzzeitraum von 90 Tagen

Bulle Nr.	Anzahl Pailletten	Anzahl erwarteter Kälber	Anzahl Sprünge	Anzahl verworfener Ejakulate	Anzahl unproduktiver Sprünge	Anzahl Spermien ($\times 10^9$)	Volumen (ml)
11	2901,9	155,4	17,99	1,12	2,40	87,05	63,56
12	2872,2	1706,1	17,67	3,21	4,81	86,16	66,69
13	2680,6	1533,3	17,49	3,74	5,52	80,41	58,74
14	3085,3	1792,5	17,58	0,00	1,69	92,56	67,24
15	3183,0	1855,7	18,22	0,00	1,05	95,49	60,37
16	1609,6	890,1	18,22	11,04	12,10	48,29	28,71
17	2485,8	1610,8	15,40	0,00	3,88	74,57	82,70
18	2174,1	1082,7	17,47	1,74	3,54	65,22	49,80
19	1125,3	701,1	15,98	4,11	7,40	33,76	45,68
20	2293,0	1215,2	18,36	5,51	6,42	68,79	45,45
21	2739,0	1443,4	16,15	0,00	3,13	82,17	55,96
22	4237,2	2610,1	18,33	0,00	0,95	127,11	82,49
23	3281,5	1975,5	17,82	1,78	3,24	98,44	64,15
24	1253,4	797,2	18,70	7,59	8,17	37,60	41,78
25	2892,9	1730,0	15,59	1,19	4,87	86,78	62,59
26	5438,0	3213,0	17,14	0,00	2,14	163,14	98,57
27	4036,6	2373,5	17,14	0,00	2,14	121,09	82,85
28	2248,8	1410,0	7,44	0,00	11,84	67,46	45,67
29	3423,8	2109,0	17,14	1,42	3,56	102,71	79,99
30	2125,8	1300,9	15,48	0,96	4,76	63,77	69,19
31	3804,1	2309,1	16,63	0,00	2,65	114,12	73,36
32	4117,9	2454,3	16,87	0,00	2,41	123,53	100,54
33	2290,0	1412,9	17,08	0,00	2,19	68,70	50,69
34	4843,3	3196,6	20,89	0,00	- 1,62	145,30	81,96
35	3091,9	1632,5	18,21	1,07	2,14	92,75	72,85

Monat_k = fixer Effekt des Monats_k

Jahr₁ = fixer Effekt des Jahres₁

b_{im} = partieller Regressionskoeffizient des Alters des Bullen am Sprungtag auf das Spermamerkmal innerhalb der Gruppe_i

X = Alter des Bullen_{ij} am Sprungtag

$\bar{X}$ = durchschnittliches Alter der Bullengruppe_i am Sprungtag

b_{in} = partieller Regressionskoeffizient der Zwischensprungzeit des Bullen_{ij} auf das Spermamerkmal innerhalb der Gruppe_i

Z = Zwischensprungzeit des Bullen_{ij}

$\bar{Z}$ = durchschnittliche Zwischensprungzeit der Bullengruppe_i

Rest_{ijklmno} = Restfehler

Als Spermamerkmale werden verwendet:

Volumen, Vorwärtsbewegung, Dichte, tote Spermien, pathologische Spermien, lebende Spermien, tote Spermien nach dem Auftauen, pathologische Spermien nach dem Auftauen, lebende Spermien nach dem Auftauen und Verwerfungsrate

Die Ergebnisse dieser Analysen sind in Abschnitt 4.1.1 dargestellt. Die Korrelationen zwischen Spermamerkmalen werden ebenfalls nach Bereinigung der systematischen Einflüsse mittels Modell 1.1 berechnet und in Abschnitt 4.1.3 dargestellt.

Für die vergleichende Analyse der Spermamerkmale von verworfenen und nicht verworfenen Ejakulaten wird als zusätzlicher fixer Effekt die Verwendungsfähigkeit für die Besamung in das Modell 1.1 eingeführt. Modell 1.2 ergibt sich damit wie folgt:

Modell 1.2:

$$y_{ijklmnop} = \mu + \text{Gruppe}_i + \text{Bulle}_{ij} + \text{Monat}_k + \text{Jahr}_1 + b_{im} (X - \bar{X}) + b_{in} (Z - \bar{Z}) + \text{KB-Tauglichkeit}_0 + \text{Rest}_{ijklmnop}$$

KB-Tauglichkeit₀ = fixer Effekt der KB-Tauglichkeit₀

Die Ergebnisse sind in Abschnitt 4.1.2 beschrieben.

Mit Hilfe des Modells 1.1 werden die Varianzkomponenten zwischen und innerhalb Bullen geschätzt, wobei die Analysen auch getrennt nach Jung- und Altbullen durchgeführt werden. Die Wiederholbarkeit der Sperma Merkmale der Bullen wird mit folgender Formel geschätzt:

$$w = \frac{\sigma_B^2}{\sigma_B^2 + \sigma_E^2}$$

wobei

w = Wiederholbarkeit

σ_B^2 = Varianzkomponente zwischen Bullen

σ_E^2 = Restvarianz

Die Darstellung der Wiederholbarkeit für die Sperma Merkmale erfolgt in Abschnitt 4.1.3.

Sperma Merkmale und Fruchtbarkeitsparameter

In Abschnitt 4.2 wird auf den Zusammenhang zwischen Sperma Merkmalen und den Fruchtbarkeitsparametern NR 60, NR 90, NR 150 und 1. ZBZ eingegangen. Für die Analyse der Sperma Merkmale von Erstbesamungen, die zu einem Return- bzw. Non-Return- Ergebnis führen, wird folgendes statistische Modell 2.1 verwendet und die Ergebnisse werden in Abschnitt 4.2.1 beschrieben.

Modell 2.1:

$$y_{ijklmnop} = \mu + \text{Saison}_i + \text{Jahr}_j + \text{Techniker/Gebiet}_k + \\ \text{Herdenklasse-Fruchtbarkeit}_l + \text{Laktationsnummer}_m + \\ \text{Besamungsergebnis}_n + b_o (\text{Rastzeit}) + \text{Rest}_{ijklmnop}$$

$y_{ijklmnop}$ = Sperma Merkmal

μ = Modellkonstante

Saison _i	= fixer Effekt der Saison _i
Jahr _j	= fixer Effekt des Jahres _j
Techniker/Gebiet _k	= fixer Effekt von Techniker/Gebiet _k
Herdenklasse-Fruchtbarkeit ₁	= fixer Effekt der Herdenklasse in der NR 60, NR 90 und NR 150
Laktationsnummer _m	= fixer Effekt der Laktationsnummer _m
Besamungsergebnis _n	= fixer Effekt des Besamungsergebnisses _n
b ₀ (Rastzeit)	= Effekt der Rastzeit als lineare, quadratische und kubische Kovariable
Rest _{ijklmnop}	= Restfehler

Der Zusammenhang zwischen den Speramamerkmalen und den Fruchtbarkeitsparametern von Einzelbesamungen wird nach Modell 2.2 geschätzt.

Modell 2.2:

$$y_{ijklmno} = \mu + \text{Saison}_i + \text{Jahr}_j + \text{Techniker/Gebiet}_k + \text{Herdenklasse-Fruchtbarkeit}_1 + \text{Laktationsnummer}_m + b_n (\text{Rastzeit}) + b_0 (X - \bar{X}) + \text{Rest}_{ijklmno}$$

$$y_{ijklmno} = \text{Fruchtbarkeitsparameter (NR 60, NR 90, NR 150, 1. ZBZ)}$$

$$\mu = \text{Modellkonstante}$$

$$\text{Saison}_i = \text{fixer Effekt der Saison}_i$$

$$\text{Jahr}_j = \text{fixer Effekt des Jahres}_j$$

$$\text{Techniker/Gebiet}_k = \text{fixer Effekt von Techniker/Gebiet}_k$$

$$\text{Herdenklasse-Fruchtbarkeit}_1 = \text{fixer Effekt der Herdenklasse in der NR 60, NR 90 und NR 150}$$

- Laktations-
nummer_m = fixer Effekt der Laktationsnummer_m
- b_n (Rastzeit) = Effekt der Rastzeit als lineare, quadratische und kubische Kovariable
- b_o = Regressionskoeffizient des Sperma Merkmals_o auf die NR bzw. 1. ZBZ
- X = Sperma Merkmal: Volumen, Vorwärtsbewegung, Dichte, tote Spermien, pathologische Spermien, lebende Spermien
- $\bar{X}$ = Durchschnitt des Sperma Merkmals
- Rest_{ijklmno} = Restfehler

Da die Fruchtbarkeitsparameter von den Faktoren Gruppe, Bulle, Techniker/Gebiet, Monat, Jahr, Herdenklasse-Fruchtbarkeit, Laktationsnummer und Rastzeit signifikant beeinflusst werden, muß zuerst die Größe dieser Einflüsse geschätzt und darauf korrigiert werden. Hierfür dient das Modell 2.3.

Modell 2.3:

$$y_{ijklmnopq} = \mu + \text{Gruppe}_i + \text{Bulle}_{ij} + \text{Techniker/Gebiet}_k + \\ \text{Monat}_l + \text{Jahr}_m + \text{Herdenklasse-Fruchtbarkeit}_n + \\ \text{Laktationsnummer}_o + b_p (\text{Rastzeit}) + \text{Rest}_{ijklmnopq}$$

$$y_{ijklmnopq} = \text{Fruchtbarkeitsparameter (NR 90, NR 150, 1.ZBZ)}$$

$$\mu = \text{Populationsmittel}$$

$$\text{Gruppe}_i = \text{fixer Effekt der Bullengruppe}_i$$

$$\text{Bulle}_{ij} = \text{zufälliger Effekt des Bullen}_{ij} \text{ innerhalb der Gruppe}_i$$

$$\text{Techniker/Gebiet}_k = \text{fixer Effekt von Techniker/Gebiet}_k$$

$$\text{Monat}_l = \text{fixer Effekt des Monats}_l$$

$$\text{Jahr}_m = \text{fixer Effekt des Jahres}_m$$

$$\text{Herdenklasse-Fruchtbarkeit}_n = \text{fixer Effekt der Herdenklasse in der NR 90, NR 150 bzw. 1. ZBZ}$$

- Laktations-
nummer₀ = fixer Effekt der Laktationsnummer₀
- b_p (Rastzeit) = Effekt der Rastzeit als lineare, quadra-
tische und kubische Kovariable
- Rest_{ijklmnopq} = Restfehler

Anschließend werden die Durchschnittswerte der Fruchtbarkeitsparameter je Ejakulat berechnet und mit dem nachfolgenden statistischen LS-Modell 2.4 der Zusammenhang zwischen Sperma-merkmalen und Fruchtbarkeitsparametern geschätzt.

Modell 2.4:

$$y_{ijklm} = \mu + \text{Gruppe}_i + \text{Bulle}_{ij} + b_{il} (X - \bar{X}) + \text{Rest}_{ijklm}$$

y_{ijklm} = korrigierter Durchschnittswert der NR bzw. 1. ZBZ des Ejakulats

μ = Modellkonstante

Gruppe_i = Effekt der Bullengruppe_i

Bulle_{ij} = zufälliger Effekt des Bullen_{ij} innerhalb der Gruppe_i

b_{il} = Regressionskoeffizient des Sperma-merkmals_{il} auf die NR bzw. 1. ZBZ innerhalb der Gruppe_i

X = Sperma-merkmal: Volumen, Vorwärtsbewegung, Dichte, tote Spermien, pathologische Spermien, lebende Spermien

$\bar{X}$ = Durchschnitt des Sperma-merkmals innerhalb der Gruppe_i

Rest_{ijklm} = Restfehler

Für die Analyse nach Bullendurchschnitten wird ähnlich wie bei Modell 2.4 verfahren, nur der zufällige Effekt des Bullen_j innerhalb der Gruppe_i fällt weg.

Die Ergebnisse dieser Analyse werden in Abschnitt 4.2.2 dargestellt.

Variation der Fruchtbarkeitsparameter

Für die Schätzung der Varianzkomponenten der Fruchtbarkeitsparameter wird folgendes Modell zugrunde gelegt.

Modell 3.1:

$$y_{ijklm} = \mu + \text{Gruppe}_i + \text{Bulle}_{ij} + \text{Ejakulat}_{ijk} + F_1 + \text{Rest}_{ijklm}$$

$$y_{ijklm} = \text{Fruchtbarkeitsparameter (NR 90, NR 150, 1. ZBZ)}$$

μ = Modellkonstante

Gruppe_i = fixer Effekt der Bullengruppe_i

Bulle_{ij} = zufälliger Effekt des Bullen_{ij} innerhalb der Gruppe_i

Ejaku- = zufälliger Effekt des Ejakulats_{ijk} des Bullen_{ij}
 lat_{ijk} innerhalb der Gruppe_i

F_1 = übrige fixe Effekte und Kovariable nach Modell 2.3

Rest_{ijklm} = Restfehler

Die Analysen werden auch getrennt nach Jung- und Altbullen durchgeführt. Der Effekt der Gruppe kann dann im Modell 3.1 vernachlässigt werden.

Die Wiederholbarkeit für die Fruchtbarkeitsparameter der Einzelbesamung wird getrennt nach Ejakulaten und Bullen nach folgender Formel berechnet:

Ejakulate:

$$w = \frac{\sigma^2_{Ej}}{\sigma^2_B + \sigma^2_{Ej} + \sigma^2_{\text{Rest}}}$$

Bullen:

$$w = \frac{\sigma^2_B}{\sigma^2_B + \sigma^2_{Ej} + \sigma^2_{\text{Rest}}}$$

wobei w = Wiederholbarkeit

σ^2_{Ej} = Varianzkomponente zwischen Ejakulaten innerhalb Bullen

σ^2_B = Varianzkomponente zwischen Bullen

σ^2_{Rest} = Restvarianz

Die Ergebnisse sind in Abschnitt 4.3.1 dargestellt.

Spermaproduktionsmerkmale

Für die Analyse der Spermaproduktionsmerkmale dient das folgende Modell.

Modell 4.1:

$$y_{ijklm} = \mu + \text{Gruppe}_i + \text{Bulle}_{ij} + \text{Monat}_k + \text{Jahr}_l + \text{Rest}_{ijklm}$$

y_{ijklm} = Spermaproduktionsmerkmal

μ = Modellkonstante

Gruppe_i = fixer Effekt der Bullengruppe $_i$

Bulle_{ij} = zufälliger Effekt des Bullen $_{ij}$ innerhalb der Gruppe $_i$

Monat_k = fixer Effekt des Monats $_k$

Jahr_l = fixer Effekt des Jahres $_l$

Rest_{ijklm} = Restfehler

Es werden die monatlichen Durchschnittswerte folgender Spermaproduktionsmerkmale berechnet:

Anzahl Pailletten, Anzahl erwarteter Kälber, Anzahl Sprünge, Anzahl verworfener Ejakulate, Anzahl unproduktiver Sprünge, Anzahl Spermien und Volumen.

Da es besonders zu Beginn und am Schluß des Produktionseinsatzes der Bullen zu starken Unregelmäßigkeiten der Sprungfrequenz kommen kann, werden der erste und der letzte Einsatzmonat nicht berücksichtigt.

Die Wiederholbarkeit der Spermaproduktionsmerkmale für die Bullen ist berechnet nach der Formel:

$$w = \frac{\sigma_B^2}{\sigma_B^2 + \sigma_E^2}$$

wobei

w = Wiederholbarkeit

σ_B^2 = Varianzkomponente zwischen Bullen

σ_E^2 = Restvarianz

Die Varianzkomponenten zwischen und innerhalb Bullen werden nach Modell 4.1 geschätzt sowie getrennt nach Jung- und Altbullen.

Für die Berechnung der Korrelationskoeffizienten zwischen Produktionsmerkmalen und Fruchtbarkeitsmerkmalen werden die Durchschnittswerte der Fruchtbarkeitsparameter nach Modell 2.3 von systematischen Effekten bereinigt und die Durchschnittswerte für Bullen berechnet. Die Berechnung der Bullendurchschnitte von Produktionsmerkmalen erfolgt nach Bereinigung der systematischen Effekte mit Hilfe des Modells 4.1.

Für die Berechnung der Korrelationen zwischen den Produktionsmerkmalen und Fruchtbarkeitsparametern findet Modell 4.2 Verwendung.

Modell 4.2:

$$y_{ij} = \mu + \text{Gruppe}_i + \text{Rest}_{ij}$$

y_{ij} = Produktionsmerkmal, Fruchtbarkeitsmerkmal

μ = Modellkonstante

Gruppe_i = fixer Effekt der Bullengruppe_i (Jung-, Altbullen-gruppe)

Rest_{ij} = Restfehler

Die Ergebnisse dieser Schätzung sind in Abschnitt 4.4.2 dargestellt.

4. Ergebnisse

4.1 Spermaeigenschaften

4.1.1 Systematische Einflüsse auf die Spermaeigenschaften

Neben dem zufälligen Effekt der Bullen als Einflußfaktor auf die Spermaqualität werden mit Hilfe des Modells 1.1 fixe Einflüsse von Gruppe (Jungbullen, Altbullen), Monat bzw. Saison, Jahr des Sprungs, Alter des Bullen beim Sprung geprüft. Zusammenfassend sind die Ergebnisse in Tabelle 23 dargestellt.

Ein signifikanter Einfluß der Gruppe kann nur auf den Prozentsatz an toten und lebenden Spermien nach dem Auftauen festgestellt werden. Der Bulle hat auf alle Spermaeigenschaften den größten Einfluß. Bei einer ziemlich gleichmäßigen Verteilung der Ejakulate über die Monate zeigt sich ein signifikanter Einfluß des Monats auf Vorwärtsbewegung, Dichte, Prozentsatz toter, pathologischer und lebender Spermien im nativen Ejakulat, außerdem auf den Prozentsatz toter und lebender Spermien nach dem Auftauen. Ein signifikanter Einfluß des Monats auf die Verwerfungsrate besteht nicht. Ein Einfluß des Jahres kann nur auf die Dichte und auf die toten und lebenden Spermien nach dem Auftauen festgestellt werden, nicht jedoch auf die Verwerfungsrate. Bei linearer Regression ist nur ein signifikanter Einfluß des Alters auf den Anteil toter Spermien im nativen Ejakulat festzustellen. Das Alter innerhalb der Bullengruppe übt bei Jungbullen einen signifikanten Einfluß auf die Vorwärtsbewegung aus. Die Zeit zwischen zwei Sprüngen ergibt als lineare Regression nur bei der Dichte einen gesicherten Einfluß. Als quadratische Regression wird eine signifikante Beeinflussung von Vorwärtsbewegung, Dichte, pathologischen Spermien und lebenden Spermien festgestellt. Erweitert man das Polynom durch ein kubisches Glied, findet man einen signifikanten Einfluß der Zwischensprungszeit auf Dichte, pathologische und lebende Spermien.

Tabelle 23: Systematische Einflüsse auf die Spermamermkmale

Parameter	Gruppe	Bulle in- ner- halb Grup- pe	Mo- nat	Jahr	Alter line- ar	Alter inner- halb Gruppe		Zwischensprung zeit		
								line- ar	qua- dra- tisch	ku- bisch
						AB	JB			
Anzahl Ejakulate n = 980										
Volumen	n.s.	+++	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Vorwärts- bewegung	n.s.	+++	+++	n.s.	n.s.	n.s.	+	n.s.	+	n.s.
Dichte	n.s.	+++	+++	+	n.s.	n.s.	n.s.	+	+++	+++
Verwer- fungsrate	n.s.	+++	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Anzahl Ejakulate n = 923										
tote Spermien	n.s.	+++	+++	n.s.	+	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
patholo- gische Spermien	n.s.	+++	+++	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	+++	+++
lebende Spermien	n.s.	+++	+++	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	+	+
Anzahl Ejakulate n = 256										
tote Spermien nach Auftauen	+	+	+	++	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
patholo- gische Spermien nach Auftauen	n.s.	+++	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
lebende Spermien nach Auftauen	+	++	+	+	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n. s.: nicht signifikant

+: $p \leq 0,05$

++: $p \leq 0,01$

+++: $p \leq 0,001$

AB: Altbulle

JB: Jungbulle

4.1.2 Beziehungen zwischen den Spermaeigenschaften

Die Korrelationen zwischen den Spermaeigenschaften Volumen, Dichte, tote, pathologische und lebende Spermien und der Verwerfungsrate werden anhand von 923 Ejakulaten nach Modell 1.1 errechnet und in Tabelle 24 dargestellt. In Tabelle 25 sind zusätzlich die Merkmale tote, pathologische und lebende Spermien nach dem Auftauen auf der Grundlage von 256 Ejakulaten erfaßt.

Sehr hohe Korrelationskoeffizienten werden erwartungsgemäß für die Autokorrelationen zwischen toten und lebenden Spermien im nativen Ejakulat und nach dem Auftauen gefunden. Während die Vorwärtsbewegung zu allen Spermaeigenschaften des nativen Ejakulats in gesicherter Beziehung steht, ist zu den Spermaeigenschaften nach dem Auftauen keine gesicherte Korrelation vorhanden. Die Korrelationskoeffizienten zwischen Spermaeigenschaften und Verwerfungsrate zeigen deutlich auf, nach welchen Kriterien die Ejakulate selektiert werden. So treten zwischen der Verwerfungsrate und den Spermaeigenschaften Vorwärtsbewegung und lebende Spermien im nativen Ejakulat und lebende Spermien nach dem Auftauen signifikant negative Korrelationskoeffizienten auf. Zwischen der Verwerfungsrate und den Merkmalen tote Spermien im nativen Ejakulat und tote Spermien nach dem Auftauen besteht eine positive Korrelation. Auffallend sind die sehr niedrigen Korrelationskoeffizienten der Verwerfungsrate zu den pathologischen Spermien im nativen Ejakulat und nach dem Auftauen.

Tabelle 26 zeigt die Mittelwerte von nicht verworfenen und verworfenen Ejakulaten. Die Analyse nach Modell 1.2 ergibt signifikante Unterschiede bei Vorwärtsbewegung, toten, pathologischen und lebenden Spermien und steht damit in Übereinstimmung zu den Ergebnissen nach Modell 1.1 (Tabelle 24).

4.1.3 Wiederholbarkeit von Spermaeigenschaften

Für die Schätzung der Wiederholbarkeit der Bullen werden die Varianzkomponenten zwischen und innerhalb Bullen mit Hilfe des Modells 1.1 geschätzt. Die Schätzung erfolgt getrennt nach Alt- und Jungbullen sowie gepoolt nach Jung- und Altbullen.

Tabelle 24: Korrelationen zwischen Spermaeigenschaften von Frischsperma

Anzahl der Ejakulate n = 923	Volumen	Vorwärtsbewegung	Dichte	tote Spermien	pathologische Spermien	lebende Spermien	Verwerfungsrate
Volumen	1						
Vorwärtsbewegung	- .06 ⁺	1					
Dichte	- .13 ⁺⁺⁺	.07 ⁺	1				
tote Spermien	.05	- .42 ⁺⁺⁺	.01	1			
pathologische Spermien	- .02	- .20 ⁺⁺⁺	- .10 ⁺⁺	.13 ⁺⁺⁺	1		
lebende Spermien	- .04	.44 ⁺⁺⁺	.03	- .93 ⁺⁺⁺	- .48 ⁺⁺⁺	1	
Verwerfungsrate	.02	- .25 ⁺⁺⁺	- .04	.29 ⁺⁺⁺	.07 ⁺	- .28 ⁺⁺⁺	1

+ : $p \leq 0,05$

++ : $p \leq 0,01$

+++ : $p \leq 0,001$

Tabelle 25: Korrelationen zwischen Spermaeigenschaften von Frisch- und Tiefgefriersamen

Anzahl der Ejakulate n = 256	Volumen	Vorwärts- bewegung	Dichte	tote Spermien	pathologische Spermien	lebende Spermien	tote Spermien nach dem Auftauen	pathologische Spermien nach dem Auftauen	lebende Spermien nach dem Auftauen
Volumen	1								
Vorwärtsbewegung	- .08	1							
Dichte	- .15	- .02	1						
tote Spermien	.04	- .30	.12	1					
pathologische Spermien	- .10	.05	.07	.09	1				
lebende Spermien	.0	.26	- .15	- .91	- .45	1			
tote Spermien nach dem Auftauen	.14 ⁺	- .09	.16 ⁺⁺	.42 ⁺⁺⁺	- .01	- .37 ⁺⁺⁺	1		
pathologische Spermien nach dem Auftauen	.01	.0	- .10	- .08	.24 ⁺⁺⁺	.01	- .14 ⁺	1	
lebende Spermien nach dem Auftauen	- .13 ⁺	.09	- .14 ⁺	- .41 ⁺⁺⁺	- .05	.37 ⁺⁺⁺	- .97 ⁺⁺⁺	- .06	1
Verwerfungsrate	.03	- .15 ⁺	.03	.29 ⁺⁺⁺	.0	.26 ⁺⁺⁺	.37 ⁺⁺⁺	.06	- .39 ⁺⁺⁺

⁺: p ≤ 0,05

⁺⁺: p ≤ 0,01

⁺⁺⁺: p ≤ 0,001

Tabelle 26: Vergleich der Spermamerkmale von verworfenen und nicht verworfenen Ejakulaten

Parameter	Mittelwerte für nicht verworfen (n = 768)	Ejakulate verworfen (n = 155)	Differenz	Signifi- kanz
Volumen (ml)	5,63	5,72	0,09	n.s.
Vorwärts- bewegung (%)	78,32	76,25	2,07	p≤0,001
Dichte (10 ⁶ Spermien/mm ³)	1,34	1,30	0,04	n.s.
tote Spermien (%)	19,09	23,38	4,32	p≤0,001
pathologische Spermien (%)	5,62	6,07	0,45	p≤0,05
lebende Spermien (%)	75,32	70,55	4,77	p≤0,001

Tabelle 27 gibt einen Überblick über die Wiederholbarkeit der Spermamerkmale. Am höchsten ist der Wiederholbarkeitskoeffizient für die Dichte, für die er sich in allen drei Gruppen kaum unterscheidet. Für Volumen, tote und lebende Spermien sind die Werte des Gesamtmaterials und der Altbullen in etwa gleich hoch, während die Wiederholbarkeit bei Jungbullen deutlich niedriger liegt. Große Unterschiede werden auch in der Wiederholbarkeit für die Vorwärtsbewegung zwischen Jung- und Altbullen deutlich. Die Wiederholbarkeiten für die Anteile toter, pathologischer und lebender Spermien im nativen Ejakulat und nach dem Tiefgefrieren und Auftauen liegen bei Altbullen im gleichen Bereich, d. h. hohe Wiederholbarkeiten für tote und lebende Spermien vor und nach dem Tiefgefrieren sowie eine geringe Wiederholbarkeit für den jeweiligen Anteil pathologischer Spermien. Bei Jungbullen und gepoolt nach Jung- und Altbullen ergeben sich für diese Spermamerkmale nach dem Tiefgefrieren und Auftauen niedrige Wiederholbarkeiten. Für die Verwerfungsrate ergibt sich in allen drei Bullengruppen eine niedrige Wiederholbarkeit.

Tabelle 27: Wiederholbarkeit für Spermaerkmale

Spermaerkm al	W i e d e r h o l b a r k e i t					
	Anzahl Ejakulate	Bullen (gepoolt)	Anzahl Ejakulate	Altbullen	Anzahl Ejakulate	Jungbullen
Volumen	980	0,43	557	0,43	423	0,28
Vorwärtsbewegung	980	0,29	557	0,49	423	0,17
Dichte	980	0,58	557	0,55	423	0,57
Verwerfungsrate	990	0,19	562	0,15	428	0,25
tote Spermien	923	0,43	525	0,57	398	0,22
pathologische Spermien	923	0,16	525	0,08	398	0,24
lebende Spermien	923	0,42	525	0,55	398	0,20
tote Spermien nach dem Auftauen	256	0,21	58	0,58	198	0,03
pathologische Spermien nach dem Auftauen	256	0,19	58	0,10	198	0,20
lebende Spermien nach dem Auftauen	256	0,24	58	0,55	198	0,10

4.2 Zusammenhang zwischen Sperma-merkmalen und Fruchtbarkeitsparametern

4.2.1 Beziehungen zwischen Ejakulatdurchschnitten für Sperma-merkmale und Non-Return-Raten, bezogen auf die Einzelbesamung

Die Auswertungen nach Modell 2.1 sind in Tabelle 28 für die NR 150 bei Erstbesamungen von Kühen dargestellt. Es treten mit Ausnahme des Sperma-merkmals pathologische Spermien keine signifikanten Unterschiede zwischen Return- und Non-Return-Kühen auf. Für die NR 60 und die NR 90 ergeben sich ähnliche Ergebnisse. Nach Modell 2.2 sind die partiellen Regressions- und Korrelationskoeffizienten für den Zusammenhang zwischen den Sperma-merkmalen und den Fruchtbarkeitsparametern aufgrund von Einzelbesamungen berechnet worden. In weitgehender Übereinstimmung mit den Ergebnissen von Modell 2.1 zeigt sich, daß die partiellen Regressions- und Korrelationskoeffizienten der Non-Return-Raten (NR 60, NR 90, NR 150) und der 1. ZBZ auf die Sperma-merkmale nicht signifikant von null verschieden sind.

Tabelle 28: Durchschnittswerte der Sperma-merkmale bei Return- (R) bzw. Non-Return- (NR) Kühen von 32 298 Erstbesamungen (NR 150)

Parameter		LS-Mittelwert	Differenz	Signifikanz
Volumen (ml)	R	6,64	0,05	n.s.
	NR	6,59		
Vorwärtsbewegung (%)	R	78,49	0,00	n.s.
	NR	78,49		
Dichte (10^6 Spermien/mm ³)	R	1,39	0,00	n.s.
	NR	1,39		
tote Spermien (%)	R	18,69	0,03	n.s.
	NR	18,72		
pathologische Spermien (%)	R	5,45	0,05	p < 0,05
	NR	5,40		
lebende Spermien (%)	R	75,89	0,04	n.s.
	NR	75,93		

4.2.2 Beziehungen zwischen Ejakulatdurchschnitten für Sperma- merkmale und Durchschnittswerte von Non-Return-Raten pro Ejakulat

Für die Analyse des Zusammenhangs zwischen den Sperma-merkmalen und den männlichen Fruchtbarkeitsparametern wird Modell 2.4 verwendet. Die Analyse erfolgt gepoolt innerhalb Jung- und Altbullengruppe sowie getrennt für Jung- und Altbullen. Ein Überblick über die berechneten Korrelations- und Regressionskoeffizienten der drei Gruppen wird in Tabelle 29 und 30 gegeben. Die innerhalb Jung- und Altbullen gepoolten Korrelationskoeffizienten sind für das Volumen und die NR 90 ($r = 0,114^+$) und die NR 150 ($r = 0,170^{++}$) signifikant. In der Altbullengruppe ergeben sich signifikante Korrelationskoeffizienten zwischen der Dichte und der NR 90 ($r = 0,217^{+++}$), zwischen dem Volumen und der NR 150 ($r = 0,160^+$) und zwischen dem Volumen und der 1. ZBZ ($r = -0,135^+$). Bei Jungbullen ergeben sich signifikante Korrelationskoeffizienten zwischen Volumen und der NR 90 ($r = 0,215^{++}$) und der NR 150 ($r = 0,180^{++}$). Der innerhalb Jung- und Altbullen gepoolte Korrelationskoeffizient zwischen den pathologischen Spermien und der 1. ZBZ ($r = 0,108^+$) ist ebenso signifikant wie der entsprechende Korrelationskoeffizient für die Jungbullen ($r = 0,135^+$). Die Berechnung der gepoolten Regressionskoeffizienten der Fruchtbarkeitsmerkmale auf die Sperma-merkmale ergibt eine signifikante Beeinflussung der NR 150 durch das Volumen und der 1. ZBZ durch den Anteil pathologischer Spermien. Während bei den Altbullen der Einfluß der Dichte auf die NR 90 und NR 150 positiv und auf die 1. ZBZ negativ ist, kehrt sich bei den Jungbullen das Vorzeichen um. Eine Zunahme der Dichte um $0,10 \times 10^6$ Spermien pro mm^3 bewirkt bei Altbullen eine Erhöhung der NR 90 um 0,50 Prozent und eine Verkürzung der 1. ZBZ um 0,02 Tage, bei Jungbullen dagegen einen Abfall der NR 90 um 0,16 Prozent und eine Verlängerung der 1. ZBZ um 0,20 Tage. Der Einfluß der pathologischen Spermien auf die 1. ZBZ zeigt sich deutlich für die gepoolte Regression sowie für die Jung- und Altbullengruppe. Bei einer Zunahme des Anteils pathologischer Spermien um fünf Prozent erhöht sich die 1. ZBZ bei den Altbullen um 0,93 Tage, bei den Jungbullen um 1,55 Tage.

Tabelle 29: Korrelationen zwischen Sperma-merkmalen von Ejakulaten und Fruchtbarkeits-
parametern für Ejakualtdurchschnitte

Bullengruppe	gepoolt innerhalb Alt- und Jung- bullen (n = 468 Ejakulate)			Altbullen (n = 242 Ejakulate)			Jungbullen (n = 226 Ejakulate)		
	NR 90	NR 150	1. ZBZ	NR 90	NR 150	1. ZBZ	NR 90	NR 150	1. ZBZ
Fruchtbarkeits- merkmale									
Sperma-merkmale									
Volumen	0,114 ⁺	0,170 ⁺⁺⁺	-0,083	0,012	0,160 ⁺	-0,135 ⁺	0,215 ⁺	0,180 ⁺⁺	-0,033
Vorwärtsbewegung	0,003	0,021	-0,006	-0,021	-0,006	-0,007	0,021	0,050	-0,048
Dichte	0,072	0,070	0,003	0,217 ⁺⁺⁺	0,022	-0,118	-0,072	-0,082	0,124
tote Spermien	-0,015	-0,039	-0,029	0	-0,001	-0,036	-0,039	-0,072	-0,023
pathologische Spermien	-0,006	-0,016	0,108 ⁺	-0,018	0,013	0,081	0,006	-0,045	0,135 ⁺
lebende Spermien	0,033	0,051	0,028	0,008	0,014	0,026	0,067	0,094	0,028

⁺: p≤0,05

⁺⁺: p≤0,01

⁺⁺⁺: p≤0,001

Tabelle 30: Regressionen von Fruchtbarkeitsparametern auf Spermamermale von Ejakulaten für Ejakulatdurchschnitte

Bullengruppe	gepoolt innerhalb Alt- und Jungbullen (n = 468 Ejakulate)			Altbullen (n = 242 Ejakulate)			Jungbullen (n = 226 Ejakulate)		
	NR 90	NR 150	1. ZBE	NR 90	NR 150	1. ZBE	NR 90	NR 150	1. ZBE
Fruchtbarkeitsmerkmale									
Spermamermale									
Volumen	0,0037	0,0064 ⁺⁺	-0,1904	0,0004	0,0060	-0,3065	0,0070	0,0069	-0,0744
Vorwärtsbewegung	0,0001	0,0007	-0,1192	-0,0006	-0,0002	-0,1400	0,0006	0,0017	-0,0983
Dichte	0,0166	0,0186	0,0534	0,0496 ⁺⁺	0,0059 ⁺	-0,1880 ⁺	-0,0164 ⁺⁺	-0,0218 ⁺	1,9870 ⁺
tote Spermien	-0,0002	-0,0006	-0,0278	0,0001	-0,0001	-0,0338	-0,0005	-0,0011	-0,0219
pathologische Spermien	-0,0002	-0,0006	0,2483 ⁺	-0,0006	0,0005	0,1860 ⁺	0,0002	-0,0017	0,3106 ⁺
lebende Spermien	0,0004	0,0007	0,0232	0,0001	0,0002	0,0224	0,0008	0,0013	0,0240

⁺: $p \leq 0,05$

⁺⁺: $p \leq 0,01$

⁺⁺⁺: $p \leq 0,001$

Die Analyse der Zusammenhänge zwischen den Bullendurchschnitten für Spernamerkmale und Fruchtbarkeitsparameter ergibt keine signifikanten Einflüsse. Auf eine tabellarische Wiedergabe wird deshalb verzichtet.

4.3 Variation der Non-Return-Raten zwischen Bullen und zwischen Ejakulaten innerhalb Bullen

Die Varianzkomponenten der Fruchtbarkeitsparameter der Einzelbesamung zwischen Bullen und zwischen Ejakulaten innerhalb Bullen werden nach Modell 3.1 geschätzt. Zusätzlich werden die Varianzkomponenten zwischen Bullen für Jung- und Altbullen nach Modell 2.3 ohne den zufälligen Effekt des Ejakulats geschätzt. Die aus den Varianzkomponenten berechneten Wiederholbarkeiten, deren Signifikanz sowie die Restvarianzen sind in Tabelle 31 zusammengefaßt.

Die Wiederholbarkeit eines Merkmals ist als die Obergrenze des Erblichkeitsgrades dieses Merkmals definiert, da sie sowohl den genetischen Anteil als auch den Anteil der permanenten Umwelt an der Variation eines Merkmals erfaßt. Zwischen Ejakulaten innerhalb Bullen ist die Wiederholbarkeit geringer als zwischen Bullen. Bei Bullen steigt die Wiederholbarkeit von der NR 60 über die NR 90 und erreicht für die NR 150 den größten Wert. Bei den Ejakulaten ist der Anstieg ähnlich, nur für die Ejakulate innerhalb Jungbullen ergibt sich ein umgekehrtes Bild. Hier ist die Wiederholbarkeit für die NR 60 am größten. Die ohne den zufälligen Effekt des Ejakulats geschätzten Varianzkomponenten der Fruchtbarkeitsparameter zwischen Bullen sind bei Jungbullen größer als die nach Modell 3.1 geschätzten Werte. Bei Altbullen sind dagegen die Wiederholbarkeiten niedriger, wenn die Varianzkomponenten nach Modell 2.3 geschätzt werden. Die Schätzung der Restvarianzen für die Non-Return-Raten ergibt nach beiden Modellen in etwa den gleichen Wert. Die Wiederholbarkeiten sind für die Einzelbesamung angegeben und deshalb relativ niedrig. Geht man von 100 Erstbesamungen pro Ejakulat aus und berechnet den Durchschnitt dieser Erstbesamungen, so ergibt sich eine gepoolte Wiederholbarkeit für die NR 90 von 10,16 Prozent. Bei 1 000 Erstbesamungen pro Bulle ergibt sich eine gepoolte Wiederholbarkeit für die NR 90 von 69,75 Prozent.

Tabelle 31: Wiederholbarkeiten von Fruchtbarkeitsparametern der Einzelbesamung für Bullen und Ejakulate innerhalb Bullen

Bullen- gruppe	Modell 3.1						Modell 2.3	
	gepoolt innerhalb Bullengruppen n = 32 298 Erstbe- samungen		Altbullen n = 17 888 Erstbe- samungen		Jungbullen n = 14 410 Erstbe- samungen		Altbullen	Jungbullen
Wieder- holbar- keit	Bulle (n=35)	Ejakulat (n=457)	Bulle (n=10)	Ejakulat (n=231)	Bulle (n=25)	Ejakulat (n=226)	Bulle (n=10)	Bulle (n=25)
	NR 60	0,00177 ⁺⁺⁺	0,00103 ⁺⁺⁺	0,00147 ⁺⁺	0,00221 ⁺⁺⁺	0,00253	0,00079 ⁺	0,00318 ⁺⁺⁺
	NR 90	0,00230 ⁺⁺⁺	0,00113 ⁺⁺⁺	0,00201 ⁺⁺⁺	0,00285 ⁺⁺⁺	0,00175	0,00133 ⁺⁺⁺	0,00348 ⁺⁺⁺
	NR 150	0,00264 ⁺⁺⁺	0,00172 ⁺⁺⁺	0,00173 ⁺⁺⁺	0,00305 ⁺⁺	0,00062	0,00104 ⁺⁺	0,00481 ⁺⁺⁺
Rest- varianz								
NR 60	0,2027		0,2083		0,1959		0,2084	0,1963
NR 90	0,2209		0,2246		0,2165		0,2248	0,2169
NR 150	0,2270		0,2300		0,2232		0,2309	0,2233

+ : p ≤ 0,05

++ : p ≤ 0,01

+++ : p ≤ 0,001

4.4 Produktionsmerkmale der KB-Station

4.4.1 Systematische Einflüsse auf die Produktionsmerkmale

Für die Analyse der Spermaproduktionsmerkmale findet das Modell 4.1 Verwendung. Die Berechnung erfolgt über die monatlichen Durchschnittswerte. Um eine Verzerrung der Ergebnisse zu vermeiden, werden der erste und der letzte Einsatzmonat nicht berücksichtigt. Wie Tabelle 32 zeigt, ist der Einfluß des Bullen auf alle Produktionsmerkmale signifikant. Die Produktionsmerkmale Anzahl Pailletten, Anzahl erwarteter Kälber und Anzahl Spermien sind sehr eng mit dem Volumen korreliert. Es zeigt sich bereits bei der Analyse der Spermamerkmale, daß der Einfluß der Bullengruppe auf das Volumen nur sichtbar gemacht werden kann, wenn man in Modell 1.1 den Effekt des Bullen nicht berücksichtigt. Deshalb besteht die scheinbare Diskrepanz zwischen der Signifikanz der

Tabelle 32: Systematische Einflüsse auf die Produktionsmerkmale, bezogen auf einen Monat

Parameter	Bullen- gruppe	Bulle inner- halb Bullen- gruppe	Monat	Jahr
Anzahl Pailletten	n.s.	++	n.s.	n.s.
Anzahl erwarteter Kälber	n.s.	+++	n.s.	n.s.
Anzahl Sprünge	n.s.	+++	++	n.s.
Anzahl verworfener Ejakulate	+	+++	n.s.	n.s.
Anzahl unproduktiver Sprünge	++	+++	n.s.	n.s.
Anzahl Spermien	n.s.	++	n.s.	n.s.
Volumen	n.s.	++	n.s.	n.s.

n.s.: nicht signifikant

+: $p \leq 0,05$

++: $p \leq 0,01$

+++: $p \leq 0,001$

Unterschiede zwischen Alt- und Jungbullen und des nicht signifikanten Einflusses der Gruppe nach Modell 4.1. Es zeigt sich aber eine signifikante Beeinflussung der Anzahl verworfener Ejakulate und der Anzahl unproduktiver Sprünge durch die Bullengruppe, wobei die Altbullen eine höhere Anzahl untauglicher Ejakulate und unproduktiver Sprünge erreichen als die Jungbullen. Während das Jahr keinen Einfluß auf die Spermaproduktionsmerkmale nimmt, wird die Anzahl Sprünge vom Monat signifikant beeinflusst.

Zur Darstellung des Einflusses des Bullen wird der relative Anteil der Varianz zwischen den Bullen an der Gesamtvarianz der Produktionsmerkmale mit Hilfe des Modells 4.1 bestimmt. Die Ergebnisse für Alt- und Jungbullen sowie gepoolt innerhalb Bullengruppen sind in Tabelle 33 zusammengefaßt. Die Wiederholbarkeit der Spermaproduktionsmerkmale ist bei den Altbullen höher als bei den Jungbullen. Eine sehr hohe Wiederholbarkeit ergibt sich für die Anzahl verworfener Ejakulate bei den Altbullen.

Tabelle 33: Relativer Anteil der Varianz zwischen den Bullen an der Gesamtvarianz von Produktionsmerkmalen

Parameter	Wiederholbarkeit		
	gepoolt innerhalb Bullengruppe (n=35)	Altbullen (n=10)	Jungbullen (n=25)
Anzahl Pailletten	0,242	0,431	0,360
Anzahl erwarteter Kälber	0,256	0,422	0,405
Anzahl Sprünge	0,266	0,496	0,322
Anzahl verworfener Ejakulate	0,441	0,701	0,342
Anzahl unproduktiver Sprünge	0,308	0,556	0,218
Anzahl Spermien	0,241	0,433	0,351
Volumen	0,226	0,476	0,332

4.4.2 Beziehung zwischen verschiedenen Produktionsmerkmalen und Produktionsmerkmalen und Non-Return-Raten

Tabelle 34 zeigt eine Übersicht über die Korrelationskoeffizienten zwischen Produktionsmerkmalen. Bei sehr hohen Korrelations-

Tabelle 34: Korrelationen zwischen Produktionsmerkmalen von Bullen (n = 35 Bullen)

	Anzahl Pailletten	Anzahl erwarteter Kälber	Anzahl Sprünge	Anzahl verworfenener Ejakulate	Anzahl unproduktiver Sprünge	Anzahl Spermien	Volumen
Anzahl Pailletten	1.00						
Anzahl erwarteter Kälber	.99 ⁺⁺	1.00					
Anzahl Sprünge	.40 ⁺	.39 ⁺	1.00				
Anzahl verworfener Ejakulate	-.36 ⁺	-.36 ⁺	.47 ⁺⁺	1.00			
Anzahl unproduktiver Sprünge	-.58 ⁺⁺⁺	-.55 ⁺⁺⁺	-.22	.71 ⁺⁺⁺	1.00		
Anzahl Spermien	1.00 ⁺⁺⁺	.99 ⁺⁺⁺	.40 ⁺⁺	.36 ⁺	-.58 ⁺⁺⁺	1.00	
Volumen	.85 ⁺⁺⁺	.84 ⁺⁺⁺	.26	-.44 ⁺⁺	-.58 ⁺⁺⁺	.85 ⁺⁺⁺	1.00

+ : p<0,05

++ : p<0,01

+++ : p<0,001

koeffizienten zwischen der Anzahl Pailletten, der Anzahl erwarteter Kälber, der Anzahl Spermien und dem Volumen handelt es sich um Autokorrelationen. In Tabelle 35 wird ein Überblick für die Korrelationskoeffizienten zwischen Produktionsmerkmalen und Fruchtbarkeitsmerkmalen von Bullen gegeben. Die höchsten Korrelationen ergeben sich erwartungsgemäß zwischen der Anzahl erwarteter Kälber, die von der NR 150 des Bullen und der Anzahl Pailletten abhängig ist, und den Fruchtbarkeitsmerkmalen. Es ist jedoch nur der Korrelationskoeffizient zwischen der Anzahl erwarteter Kälber und der NR 150 signifikant.

Tabelle 35: Korrelationen zwischen Produktionsmerkmalen und Fruchtbarkeitsmerkmalen von Bullen
(n = 35 Bullen)

Produktionsmerkmal	Fruchtbarkeitsmerkmal		
	NR 60	NR 150	1. ZBZ
Anzahl Pailletten	.13	.22	-.18
Anzahl erwarteter Kälber	.25	.34 ⁺	-.29
Anzahl Sprünge	-.02	-.02	-.13
Anzahl verworfener Ejakulate	-.02	-.04	.10
Anzahl unproduktiver Sprünge	-.02	-.06	.11
Anzahl Spermien	.13	.22	-.18
Volumen	.11	.25	-.23

⁺: $p \leq 0,05$

5. Diskussion und Schlußfolgerungen

Systematische Einflüsse auf die Spermaerkmale

Durch die Materialauswahl ist bereits versucht worden, eine Reihe von Varianzursachen zu eliminieren. So werden nur Bullen einer Besamungsstation erfaßt, die bis auf drei Red-Holstein Kreuzungsstiere den Rassen Deutsches und Simmentaler Fleckvieh angehören.

Mit Hilfe einer Regressionsanalyse erfolgt die Schätzung der systematischen Einflußfaktoren Bullengruppe (Jung- oder Altbullengruppe), Bulle, Monat bzw. Saison, Jahr, Alter und Zwischen sprungzeit und deren Prüfung auf Signifikanz. Es zeigt sich, daß die Spermaerkmale wesentlich von den individuellen Bullen beeinflusst werden, deren Effekte als zufällige Einflüsse in der Analyse erfaßt werden. Der Bulleneinfluß ist so stark, daß er den Einfluß der Bullengruppe auf das quantitative Merkmal Volumen überdeckt. MÜLLER und SZILAGYI (1963) stellen aufgrund einer Varianzanalyse ebenfalls einen starken individuellen Einfluß der Bullen auf die Spermaerkmale Volumen und Dichte fest. Wird im Regressionsmodell der vorliegenden Arbeit der Effekt von Bulle und Alter nicht berücksichtigt, so ergibt sich ein signifikanter Einfluß der Bullengruppe auf das Volumen. Dies entspricht auch den Ergebnissen von KUPFERSCHMIED (1975), BOEHNKE et al. (1978 a), HAHN et al. (1969 c) und ROSENHAHN und MÄCKLE (1967), die signifikante Unterschiede zwischen Ejakulatdurchschnitten von Jung- und Altbullen feststellen. Ein Einfluß des Alters bzw. der Bullengruppe auf das Merkmal Dichte kann nicht festgestellt werden. MÜLLER und SZILAGYI (1963) stellen dagegen zwischen dem 15. und 24. Lebensmonat einen gesicherten, jedoch, wie sich aus der Varianzanalyse ergibt, unbedeutenden Einfluß des Alters auf die Dichte fest. Nach KUPFERSCHMIED (1975), BOEHNKE et al. (1978 a) sowie ALMQUIST und AMANN (1976) steigt die Dichte bis zu einem Alter von 24 Monaten an, während sie anschließend konstant bleibt oder abfällt. Innerhalb der Bullengruppen übt das Alter in der vorliegenden Untersuchung nur bei Jungbullen einen signifikanten Einfluß auf die Vorwärtsbewegung aus, wobei die Tendenz besteht, daß das Sperma von älteren Jungbullen eine höhere Vorwärtsbewegung aufweist.

Der Einfluß von Umweltfaktoren wird vor allem durch den Einfluß des Monats bzw. der Saison ausgedrückt. Insbesondere sind hier Veränderungen im Management zu nennen, wie die unterschiedliche Beanspruchung von Bullen während oder nach Erkrankungen, sowie klimatische Einflüsse und Einflüsse durch Schwankungen der Futterqualität. Von den quantitativen Sperma Merkmalen reagiert die Dichte empfindlicher auf die Umwelteinflüsse als das Volumen. Dies stimmt mit den Ergebnissen von MÜLLER und SZILAGYI (1965), ROSENHAHN und MÄCKLE (1967) und STEPHAN et al. (1971) überein. Zum Teil ist der festgestellte signifikante Einfluß des Monats aber auch dadurch bedingt, daß die Bullen nicht während eines ganzen Zeitraums im Einsatz gewesen sind, sondern vor allem bei den Jungbullen der Einsatzzeitraum mit 3 bis 4 Monaten relativ kurz gewesen ist. Während MÜLLER und SZILAGYI (1965) keinen signifikanten Einfluß des Monats auf die Vorwärtsbewegung feststellen, zeigt sich in der vorliegenden Arbeit ein signifikanter Einfluß des Monats auf die qualitativen Sperma Merkmale Vorwärtsbewegung und Anteile toter, pathologischer und lebender Spermien. Ein signifikanter Einfluß auf die Verwerfungsrate kann allerdings nicht festgestellt werden, obwohl in den Monaten März, April sowie Juni und August überdurchschnittlich viele Ejakulate verworfen werden mußten. Zu ähnlichen Ergebnissen kommt auch SCHLÜTER (1977), die Mai bis November eine Erhöhung der Verwerfungsrate feststellt.

Die Zeit zwischen zwei Sprüngen übt einen signifikanten Einfluß auf die Dichte sowohl bei linearer als auch bei quadratischer und kubischer Analyse aus. Bei wachsendem Sprungabstand kommt es zu einem Anstieg der Dichte. Dies stimmt mit den Ergebnissen von EVERETT et al. (1978), EVERETT und BEAN (1982) und BOEHNKE et al. (1978 a) überein, die ebenfalls Daten von Bullen im routinemäßigen KB-Einsatz auswerten. Bei quadratischer und kubischer Regression ergibt sich ein Einfluß auf den Anteil pathologischer Spermien und auf den Anteil lebender Spermien.

Aus den Korrelationen zwischen den Sperma Merkmalen und der Verwerfungsrate sowie dem Vergleich der durchschnittlichen Sperma Merkmale von verworfenen und nicht verworfenen Ejakulaten, geht hervor, daß an der Station die Selektion der Ejakulate hauptsächlich über die Sperma Merkmale Vorwärtsbewegung, Anteile toter

und lebender Spermien im nativen Ejakulat und Anteile toter und lebender Spermien nach dem Tiefgefrieren und Auftauen vorgenommen wird. Eine untergeordnete Rolle spielen die Anteile pathologischer Spermien vor und nach dem Tiefgefrieren und Auftauen, da ihr Anteil nur selten über den Grenzwert von 15 Prozent steigt. Die engen Korrelationen zwischen der Vorwärtsbewegung und den Anteilen toter bzw. lebender Spermien im nativen Ejakulat zeigen den Zusammenhang zwischen diesen Merkmalen und der Verwerfungsrate auf. Die Bedeutung dieser Spermamerkmale als Beurteilungsgrundlage unterstreichen auch BOEHNKE et al. (1978 b), EVERETT und BEAN (1982) und VAN DUIJN (1971).

Wiederholbarkeit für Spermamerkmale

Die Wiederholbarkeit einer Leistung ist definiert als der Varianzanteil, der auf Unterschiede im Leistungsvermögen zurückzuführen ist. Dabei wird sowohl der Anteil der genetischen Varianz als auch der durch permanente Umwelteinflüsse verursachte Varianzanteil erfaßt. Für den Fall, daß keine permanenten Umweltunterschiede auftreten, ist die Wiederholbarkeit identisch mit der Heritabilität. Die Wiederholbarkeit entspricht somit der Obergrenze der Heritabilität.

Die gefundenen Wiederholbarkeiten für Volumen ($w = 0,43$), Dichte ($w = 0,55$) und Vorwärtsbewegung ($w = 0,49$) bei Altbullen stimmen gut mit den von ROSENHAHN und MÄCKLE (1967) gefundenen Werten überein. LIEBENBERG und BRÜCKNER (1970) erhalten für das Volumen eine höhere ($w = 0,59$) und für die Dichte ($w = 0,30$) eine niedrigere Wiederholbarkeit. MAIJALA (1969), RODIONOVSKII (1978) und ZELFEL (1964) erhalten dagegen für Volumen und Dichte eine höhere Wiederholbarkeit mit Werten zwischen 0,68 und 0,88. Mit einer Wiederholbarkeit von $w = 0,72$ für die Vorwärtsbewegung liegt der von RODIONOVSKII (1978) angegebene Wert deutlich über denen der anderen Autoren. Die innerhalb Jung- und Altbullengruppe gepoolten Wiederholbarkeiten entsprechen für Volumen und Dichte denen der Altbullen, für die Vorwärtsbewegung ist die Wiederholbarkeit mit $w = 0,29$ deutlich niedriger. Bei Jungbullen ist nur die Wiederholbarkeit für die Dichte ähnlich hoch wie bei den Altbullen,

die Werte für Volumen ($w = 0,28$) und Vorwärtsbewegung ($w = 0,17$) sind dagegen deutlich niedriger.

Im Vergleich mit den in der Literatur gefundenen und in Tabelle 10 aufgeführten Werten der Heritabilität fällt auf, daß besonders für die quantitativen Spermaerkmale Volumen und Dichte stark unterschiedliche Heritabilitätswerte angegeben werden. So schwanken die Werte zwischen $h^2 = 0,0$ bis $h^2 = 0,65$. Die hohen Wiederholbarkeiten bei Altbullen im Gegensatz zu den niedrigeren Wiederholbarkeiten bei Jungbullen und die zum Teil sehr niedrigen Heritabilitätswerte zeigen die starke Abhängigkeit dieser Spermaerkmale von Umwelteinflüssen und nicht additiven Genwirkungen auf. Zu ähnlichen Ergebnissen kommen auch LIEBENBERG und BRÜCKNER (1970), PIRCHNER (1968), SCHMIED (1974) und MAIJALA (1969).

Die zwischen den Altbullen auftretenden deutlichen Unterschiede in den Spermaerkmale Vorwärtsbewegung und Anteile toter und lebender Spermien vor und nach dem Tiefgefrieren und Auftauen sind dadurch bedingt, daß die Altbullen in erster Linie aufgrund ihres Zuchtwertes für die Milch- und Fleischleistung selektiert werden und nicht nach der Qualität ihrer Spermaerkmale bzw. ihrer Fruchtbarkeitsparameter. Die Altbullen stehen einige Jahre an der Station und gewöhnen sich während dieser Zeit an den Routinebetrieb der KB-Station und an die personelle Betreuung. Im Gegensatz hierzu stehen die Jungbullen nur einige Monate an der KB-Station. Der Wechsel vom Aufzuchtstall an die KB-Station, die Gewöhnung an die Bullenwärter und an den Routinebetrieb sind bedeutende Umweltveränderungen für die Jungbullen und führen zu einer Verminderung der Wiederholbarkeiten für die Spermaerkmale. Zusätzlich sollen die Jungbullen in möglichst kurzer Zeit die für den Prüfungseinsatz notwendige Anzahl Pailletten produzieren, d. h. ein Jungbulle wird möglicherweise auch während einer leichten Erkrankung oder einer Periode mit mäßiger Spermaqualität häufiger zu Sprüngen herangezogen, während in diesen Fällen einem Altbullen eine längere Erholungspause zugestanden wird. Höhere Wiederholbarkeiten gegenüber Altbullen ergeben sich bei Jungbullen für die Verwerfungsrate und den Anteil pathologischer Spermien. Bei den Altbullen ist die Wiederholbarkeit für den Anteil pathologischer Spermien gering und deutet darauf hin, daß kaum Unterschiede zwischen den Altbullen vorhanden sind. Bei den Jungbullen liegt die Wiederholbarkeit für den Anteil pathologischer

Spermien mit 24 Prozent höher, weil dieses Sperma Merkmal stark auf temporäre Umwelteinflüsse, insbesondere Erkrankungen, reagiert. Die Wiederholbarkeit für die Verwerfungsrate ist sowohl bei Alt- als auch bei Jungbullen gering, liegt aber über den von SCHLOTE und MÜNKES (1980) und SCHMID (1974) geschätzten Heritabilitätswerten von $h^2 = 0,0$ bis $h^2 = 0,05$ für die Verwerfungsrate bei Prüfbullen.

Männliche Fruchtbarkeitsparameter aus dem Besamungseinsatz

Durch die Analyse des Zusammenhanges zwischen Sperma Merkmalen und Fruchtbarkeitsparametern soll der Einfluß der Spermas Selektion auf die Fruchtbarkeitsparameter untersucht werden. Gleichzeitig soll geprüft werden, ob durch eine noch strengere Auswahl der Ejakulate eine Verbesserung der Fruchtbarkeitsparameter möglich ist.

Die Auswertung nach Einzelbesamungen ergibt keine Unterschiede in den Sperma Merkmalen der bei Return- bzw. Non-Return-Kühen verwendeten Pailletten. Die Spermaqualität der einzelnen Pailletten ist demnach durch die Selektion der Ejakulate an der Besamungsstation und die ausreichend hohe Anzahl intakter Spermien je Paillette auf so hohem Niveau standardisiert, daß das Befruchtungsergebnis weitgehend von der Fruchtbarkeit der besamten Kuh abhängt.

Während eine Reihe von Arbeiten von gesicherten Korrelationen zwischen Sperma Merkmalen und Befruchtungsergebnissen berichten, ist nach anderen Arbeiten keine gesicherte Beziehung zwischen den erhobenen Sperma befunden und dem Befruchtungsergebnis zu erwarten. Diese unterschiedlichen Ergebnisse können u. a. bedingt sein durch eine unterschiedliche Fruchtbarkeitslage der untersuchten Bullen, eine unterschiedlich strenge Selektion der Ejakulate an der Besamungsstation und durch eine Standardisierung der Spermienzahl je Paillette auf Werte, die weit über der kritischen Anzahl Spermien je Besamungsdosis liegen (PACE, 1980; KRAUSE, 1966; LINFORD et al., 1976; PAPA et al., 1982; STEWART et al., 1972; SCHMIDT, 1970).

Dabei muß unterschieden werden, ob die Korrelationen aufgrund von Ejakulatdurchschnitten, wie bei LINFORD et al. (1976), SCHMIDT (1970), BRATTON et al. (1956) und ROSENHAHN und MÄCKLE (1967) errechnet werden, oder ob die Korrelationen aufgrund von Bullen-

durchschnitten errechnet werden. Die Bildung von Ejakulatdurchschnitten für die Analyse der Fruchtbarkeitsparameter von Bullen erscheint sinnvoller, weil das Ejakulat auch die Untersuchungseinheit bei der Spermabeurteilung darstellt.

Im Gegensatz zur vorliegenden Arbeit verwenden die meisten Autoren eine nicht auf Umwelteinflüsse korrigierte Non-Return-Rate, wodurch die Aussagekraft der Non-Return-Rate stark eingeschränkt wird (GASTEIGER, 1980). Ein zusätzlicher Fehler von bis zu 5 Prozent ergibt sich bei der Verwendung der NR 60-90 im Vergleich zur NR 60 oder NR 90 bei einem Bullen (OSTERKORN, 1974).

Im Gegensatz zu REINHARD (1980), der die Korrelationen aufgrund von Bullendurchschnitten errechnet, werden in der vorliegenden Arbeit die Korrelationen aufgrund von Ejakulatdurchschnitten berechnet. Es ergibt sich ein gesicherter positiver Zusammenhang zwischen dem Volumen und der NR 90 bzw. NR 150 sowohl bei Altbullen als auch bei Jungbullen und gepoolt innerhalb Jung- und Altbullengruppe. REINHARD (1980) stellt dagegen für die Gruppe der Jungbullen einen signifikant positiven ($r = 0,21^+$) und für die Gruppe der Altbullen einen signifikant negativen ($r = -0,22^+$) Zusammenhang mit der NR 60-90 fest. Über alle Bullen ist jedoch der Wert nicht signifikant ($r = 0,02$). BECZE und ALHEGYI (1959) erhalten zwischen dem Befruchtungserfolg und dem Volumen mit $r = 0,50$ einen sehr hohen Korrelationskoeffizienten. Die übrigen Autoren finden keinen Zusammenhang zwischen der Non-Return-Rate und dem Volumen.

Eine signifikante Korrelation kann nur zwischen der Dichte und der NR 90 bei Altbullen ($r = 0,217^{+++}$) festgestellt werden. Die Bestimmung der Regression ergibt, daß bei Altbullen der Einfluß der Dichte auf die NR 90 und die NR 150 signifikant positiv, bei Jungbullen dagegen signifikant negativ ist. Ähnliche Ergebnisse erhält auch REINHARD (1980), der für Altbullen einen Korrelationskoeffizienten von $r = 0,31^+$ und für Jungbullen von $r = -0,17^+$ erhält, während über alle Bullen kein gesicherter Zusammenhang feststellbar ist. Lediglich HAHN et al. (1969 c) erhalten mit $r = -0,60^+$ noch einen signifikant negativen Wert. BRATTON et al. (1956), NEVILLE et al. (1980) und ROSENHAHN und MÄCKLE (1967) stellen zwischen Dichte und Non-Return-Rate einen signifikant positiven Zusammenhang fest.

In der vorliegenden Arbeit wird die 1. ZEZ bei Altbullen negativ, bei Jungbullen positiv beeinflusst. Über alle Bullen ist jedoch, wie bei REINHARD (1980), kein Zusammenhang zwischen der Dichte und den Fruchtbarkeitsparametern zu erkennen. Es besteht die Tendenz, daß Altbullen mit hoher Dichte eine höhere Non-Return-Rate und eine kürzere 1. ZEZ erreichen. Jungbullen erreichen dagegen mit hoher Dichte eine niedrigere Non-Return-Rate und eine längere 1. ZEZ. Der Grund hierfür könnte darin liegen, daß bei Jungbullen die Spermien von Ejakulaten mit sehr hoher Dichte durch Konfektionierung und Tiefgefrierung stärker in ihrer Vitalität beeinträchtigt werden.

Zwischen dem Anteil vorwärtsbeweglicher Spermien und der Non-Return-Rate werden in der vorliegenden Arbeit keine signifikanten Beziehungen festgestellt, während nach BRATTON et al. (1956), CHENOWETH (1980), REINHARD (1980), ROSENHAHN und MÄCKLE (1967), SAAKE und WHITE (1972) und SCHMIDT (1970) ein signifikanter Zusammenhang besteht. Wegen der Einfachheit der Bestimmung wird dieses Merkmal sehr häufig für die Spermabeurteilung verwendet. Der Grund dafür, daß in der vorliegenden Arbeit zwischen der Vorwärtsbewegung und der Non-Return-Rate kein signifikanter Zusammenhang auftritt, liegt in der starken Vorselektion der Ejakulate. Wie die Korrelationen zwischen der Verwerfungsrate und den Spermamerkmalen zeigen, erfolgt die Selektion hauptsächlich über die Spermamerkmale Vorwärtsbewegung und Anteile toter und lebender Spermien, wodurch die Variation dieser Spermamerkmale stark verkleinert wird. So kann auch zwischen der Non-Return-Rate und den Anteilen toter und lebender Spermien kein Zusammenhang gefunden werden. Nach REINHARD (1980) besteht dagegen zwischen dem Anteil toter Spermien und der Non-Return-Rate ein negativer Zusammenhang ($r = -0,20^+$), zwischen dem Anteil lebender Spermien und der Non-Return-Rate finden BECZE und ALHEGYI (1959), BRATTON et al. (1956) und HAHN et al. (1969 c) positive Korrelationskoeffizienten.

Der Anteil pathologischer Spermien steht nach BRATTON et al. (1956), CHENOWETH (1980), REINHARD (1980) und SAAKE und WHITE (1972) in negativem Zusammenhang zur Non-Return-Rate. Wie bei STEWART et al. (1972) und PACE (1980), so kann auch in der vorliegenden Arbeit kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Non-Return-Rate und dem Anteil pathologischer Spermien festgestellt werden. Die

1. ZBZ wird jedoch vom Anteil pathologischer Spermien beeinflusst. Bei Jungbullen und gepoolt innerhalb Jung- und Altbullengruppe ist der Korrelationskoeffizient signifikant positiv. Eine signifikante Beeinflussung der 1. ZBZ bei Altbullen zeigt der signifikante Regressionskoeffizient der pathologischen Spermien auf die 1. ZBZ auf. Durch den geringen Anteil pathologischer Spermien, der weit unter der Mindestanforderung liegt, wird die Non-Return-Rate nicht beeinflusst. Die 1. ZBZ verlängert sich mit einem steigendem Anteil pathologischer Spermien, weil diese Spermien zwar noch befruchtungsfähig sein können, aber solche Embryonen bald degenerieren (LEIDL et al., 1971).

Variation der Fruchtbarkeitsparameter

Obwohl der individuelle Einfluß des Bullen ausgeschlossen wird und eine starke Selektion der Ejakulate erfolgt, tritt zwischen Ejakulaten innerhalb Bullen eine Variation der Fruchtbarkeitsparameter auf. Die geschätzte Varianzkomponente der NR 60 für das Ejakulat innerhalb Bulle stimmt gut mit dem von OLTENACU et al. (1980) geschätzten Wert überein. Wie die geringen Unterschiede zwischen den mit und ohne den zufälligen Effekt des Ejakulats geschätzten Restvarianzen der verschiedenen Non-Return-Raten zeigen, führt die Berücksichtigung des Ejakulateffekts nur zu einer Änderung der Varianzkomponenten zwischen Bullen und nicht zu einer Veränderung der erklärten Varianz.

Die geschätzte Wiederholbarkeit für die Non-Return-Rate der Einzelbesamung liegt zwischen Werten von 0,001 bis 0,003 und ist damit niedriger als die von DISTL et al. (1982), HANSEN (1979), MURRAY et al. (1977) und STOCKER (1976) angegebenen Heritabilitäten, die in einem Bereich zwischen $h^2 = 0,006$ und $h^2 = 0,036$ liegen.

Die bestehende Variation der Fruchtbarkeitsparameter zwischen Ejakulaten innerhalb Bullen könnte durch Interaktionen zwischen Ejakulat und anderen Effekten bedingt sein. Dies läßt sich aber wegen der geringen Anzahl von Erstbesamungen bei der großen Anzahl von Ejakulaten nicht ermitteln. Einerseits läßt sich die Non-Return-Rate nicht fehlerfrei ermitteln - u. a. ist eine Verzerrung der Non-Return-Rate durch embryonalen Fruchttod möglich -

andererseits besteht die Möglichkeit, daß mit den jetzigen Beurteilungsmethoden nicht alle Spermamerkmale, die für die Befruchtung des Eies bzw. das Überleben des Embryos von Bedeutung sind, erfaßt werden können. Nach MACMILLAN (1973) kann vor allem bei Bullen mit unterdurchschnittlicher Fruchtbarkeit eine höhere Variation der Fruchtbarkeit zwischen Ejakulaten auftreten. Dies ist möglicherweise auf eine unterschiedliche Empfindlichkeit der Ejakulate gegenüber der Konfektionierung und dem Tiefgefrierprozess zurückzuführen.

Produktionsmerkmale

Die für die Wirtschaftlichkeit der Besamungsstation wichtigen Produktionsmerkmale eines Bullen werden für einen Einsatzzeitraum von 90 Tagen berechnet, da dies in etwa dem Zeitraum entspricht, in dem ein Jungbulle die für seinen Prüfungseinsatz notwendige Anzahl von 2 000 Pailletten produziert hat. Wie aus den Tabellen 19 bis 22 hervorgeht, kann ein Altbulle im Durchschnitt pro Einsatzjahr etwa 16 000 Pailletten und 9 500 Kälber produzieren, ein Jungbulle dagegen im Durchschnitt 12 000 Pailletten und 7 000 Kälber. Trotz der starken Vorselektion der Bullen schwankt die Anzahl Pailletten pro 90 Tage Einsatzzeitraum bei Altbullen zwischen 4 900 und 3 400, wobei ein Altbulle wegen Krankheit sogar nur 1 200 Pailletten produziert. Bei Jungbullen schwankt die Anzahl Pailletten pro 90 Tage Einsatzzeitraum zwischen 5 400 und 1 100. Damit läßt sich an der KB-Station eine Reihung der Bullen hinsichtlich der produzierten Pailletten und der zu erwartenden Kälber aufstellen. In Verbindung mit der Anzahl Sprünge, der Anzahl verworfener Ejakulate und der Anzahl unproduktiver Sprünge sind dies für die Station zusätzlich zu den züchterischen Aspekten Entscheidungshilfen über den Verbleib eines Bullen.

Die Produktionsmerkmale sind jedoch stark vom Management an der Station abhängig. Individuelle Unterschiede in der Behandlung und Beanspruchung der Bullen können zu großen Unterschieden zwischen den Bullen führen. Gerade für die Langzeitlagerung von Sperma ist die Berechnung der Produktionsmerkmale von großer Wichtigkeit. An der KB-Station Meggle werden pro Bulle ca. 20 000 Pailletten à 30×10^6 Spermien eingelagert. Dies bedeutet nach vor-

liegender Arbeit für einen Jungbullen einen Einsatzzeitraum von 18 bis 20 Monaten. An der Schweizer Besamungsstation Neuenburg werden ca. 37 000 Pailletten à 25×10^6 Spermien pro Bulle eingelagert, wofür ein Bulle durchschnittlich 28,6 Monate an der Station steht (VON WYL, 1979; KUPFERSCHMIED, 1981). D. h., daß an beiden Stationen in 90 Tagen ca. 90×10^9 Spermien von einem Bullen produziert werden. Das hohe Spermaproduktionsvermögen eines Bullen ist insofern von Bedeutung, als nach CUNNINGHAM (1982) der Selektionserfolg bei Selektion auf Milchleistung sowohl von der Anzahl getesteter Bullen je Million Erstbesamungen pro Jahr als auch von der Lebensnutzungsdauer der selektierten Bullen abhängt. Durch eine längere Nutzung geprüfter Bullen, die zudem ökonomischer ist, müßten also weniger Bullen geprüft werden. Für eine Produktion von 50 000 Pailletten benötigt ein Bulle, der pro Monat 1 000 Pailletten produziert, 50 Monate, während ein Bulle, der 1 500 Pailletten pro Monat produziert, 33,3 Monate benötigt. Bei dem Bullen mit der höheren Spermaproduktion ist also die Gesamteinsatzdauer um 33 Prozent kürzer als bei dem Bullen mit der niedrigeren Spermaproduktion. Dies bedeutet, daß sich für die Station auch die variablen Haltungskosten für diesen Bullen um 33,3 Prozent reduzieren würden.

Die Schätzung der systematischen Einflüsse erfolgt nach monatlichen Durchschnittswerten. Der Einfluß des Bullen innerhalb der Gruppe ist sehr groß und überwiegt die anderen Einflüsse. Der Einfluß des Monats auf die Anzahl Sprünge kann sich dadurch ergeben, daß in bestimmten Monaten das Personal häufiger Urlaub oder arbeitsfreie Tage hat als in anderen. Ein signifikanter Einfluß der Bullengruppe tritt bei den Merkmalen Anzahl verworfener Ejakulate und Anzahl unproduktiver Sprünge auf. Jungbullen haben weniger verworfene Ejakulate und weniger unproduktive Sprünge als Altbullen. Wie die Berechnung der Wiederholbarkeiten zeigt, bestehen zwischen Altbullen bedeutendere Unterschiede als zwischen Jungbullen. Dies dürfte dadurch bedingt sein, daß sich die Jungbullen nur sehr kurz im Einsatz befinden, in der Regel ca. 3 Monate. Bei den Altbullen erstreckt sich der untersuchte Einsatzzeitraum auf durchschnittlich 10 Monate. Somit wirkt sich bei den Altbullen ein Bulle mit niedrigen Produktionsmerkmalen, der aber aus züchterischem Interesse nicht gemerzt wird, viel stärker aus.

Zwischen den Produktionsmerkmalen ergeben sich erwartungsgemäß sehr enge Beziehungen, da es sich zum Teil um Autokorrelationen handelt. Zwischen der durchschnittlichen Fruchtbarkeit eines Bullen insgesamt, wobei sowohl sein Spermaproduktionsvermögen als auch seine erzielte Non-Return-Rate gemeint ist, und der Non-Return-Rate des Bullen ergibt sich kein signifikanter Zusammenhang. Einmal ist das zugrundeliegende Datenmaterial sehr klein, zum anderen werden mit qualitativ minderwertigen Ejakulaten keine Besamungen ausgeführt.

Schlußfolgerungen

In letzter Zeit besteht immer mehr die Tendenz, die Zuchtwertschätzung nicht nur auf Milch- und Mastleistungsmerkmale zu beschränken, sondern auch die Fruchtbarkeitsleistung mit einzubeziehen (LEDERER, 1981; DISTL et al., 1982). Die Auswertung der durchgeführten Besamungen anhand der Besamungsscheine ermöglicht die Schätzung der männlichen Fruchtbarkeit, ausgedrückt als Non-Return-Rate, bereits nach dem Prüfungseinsatz. Die weibliche Fruchtbarkeitsleistung kann dagegen erst anhand der Non-Return-Rate, des Besamungsindex oder der Verzögerungszeit der Töchter von geprüften Altbullen geschätzt werden. Die Durchschnittswerte der Fruchtbarkeitsleistungen sind jedoch nur nach einer Korrektur auf systematische Umweltfaktoren aussagekräftig (KRÄÜSLICH, 1981). Die an bayerischen Besamungsstationen geschätzte Heritabilität der durchschnittlichen Non-Return-Rate von Prüfbullen beträgt nach GASTEIGER (1980) für das Gebiet der Besamungsstation Meggle $h^2 = 0,20$ und stimmt gut mit den von SCHMID (1974) für das Gebiet der Besamungsstation Neustadt/Aisch ermittelten Werten überein. Ebenfalls für das Gebiet der Besamungsstation Meggle schätzen DISTL et al. (1982) für die Einzelbesamung eine Heritabilität der NR 60 von $h^2 = 0,015$. Um eine Genauigkeit der Zuchtwertschätzung von $r_{AI} = 0,60$ zu erreichen, sind also mindestens 150 Erstbesamungen notwendig. Diese niedrigen Heritabilitätswerte sind nicht zuletzt auf die scharfe Selektion des Spermas vor der Verwendung zurückzuführen. Durch die Selektion sollen Unterschiede in der Fruchtbarkeit zwischen den Bullen aufgehoben werden, was bisher jedoch nicht gelungen ist. Es wurde deshalb geprüft, ob die in der Praxis angewandte Selektion an der Besa-

mungsstation ausreichend ist. Die innerhalb Ejakulaten auftretende Variation ist jedoch so gering, daß keine Korrektur nötig ist. Es muß deshalb angenommen werden, daß mit den derzeit üblichen Beurteilungsmethoden an den Besamungsstationen nicht alle Faktoren, die die Befruchtungsfähigkeit des Spermas bedingen, erfaßt werden. Neue Methoden, wie die Bestimmung der Adenosinnukleotide (KÄHN et al., 1982) und die Videomikrographie (RIEMKE, 1984) können u. U. für eine zusätzliche Einschränkung der Variation der Fruchtbarkeit sorgen. Ob diese neuen Methoden auch in die routinemäßige Untersuchung des Spermas an KB-Stationen Eingang finden, bleibt abzuwarten.

Das Ziel, jede Variation in der männlichen Fruchtbarkeit durch die Vorselektion von Bullen und Ejakulaten aufzuheben und damit die Zuchtwertschätzung auf die weibliche Fruchtbarkeit zu beschränken, läßt sich auf absehbare Zeit unter den an KB-Stationen üblichen Praxisbedingungen nicht erreichen. Deshalb wird man bis auf weiteres auf die Zuchtwertschätzung von männlichen Fruchtbarkeitsleistungen nicht verzichten können.

Die Bestimmung der Spermaproduktionsmerkmale eines Bullen, insbesondere die Anzahl produzierter Pailletten pro Einsatzzeitraum, ist für die Besamungsstation gerade im Hinblick auf die Spermalangzeitlagerung von Bedeutung. Bullen mit hohem Spermaproduktionsvermögen erreichen eine beträchtlich kürzere Verweildauer an der KB-Station und bewirken somit eine erhebliche Kosteneinsparung für die Besamungsstation.

7. Zusammenfassung

Das untersuchte Material stammt von 10 Alt- und 25 Jungbullen der Rassen Deutsches und Simmentaler Fleckvieh der Besamungsstation Meggle, Reitmehring-Rottmoos. Der Untersuchungszeitraum erstreckt sich von Mai 1980 bis April 1982. Es werden 990 Ejakulate und 32 298 Erstbesamungen analysiert. Dabei werden folgende Ergebnisse gefunden:

Systematische Faktoren mit signifikantem Einfluß auf die Sperma-merkmale sind:

- Bulle
- Monat
- Zwischensprungzeit
- Bullengruppe

Am Gesamtmaterial werden signifikante Korrelationen zwischen der Verwerfungsrate und folgenden Sperma-merkmalen gefunden:

- | | |
|--|-------------------|
| - Vorwärtsbewegung: | $r = -0,25^{+++}$ |
| - Anteil toter Spermien: | $r = 0,29^{+++}$ |
| - Anteil lebender Spermien: | $r = -0,28^{+++}$ |
| - Anteil toter Spermien
nach dem Auftauen: | $r = 0,37^{+++}$ |
| - Anteil lebender Spermien
nach dem Auftauen: | $r = -0,39^{+++}$ |

Mit Ausnahme des Sperma-merkmals Anteil pathologischer Spermien treten keine signifikanten Unterschiede zwischen Return- und Non-Return-Kühen auf.

Signifikante Beziehungen zwischen Ejakulatdurchschnitten und Durchschnittswerten von Non-Return-Raten pro Ejakulat treten bei folgenden Sperma-merkmalen auf:

- Volumen
- Dichte

Die Schätzung der Wiederholbarkeiten von Non-Return-Raten der Einzelbesamung ergibt für Bullen höhere Werte als für Ejakulate innerhalb Bullen.

Es werden folgende Wiederholbarkeiten geschätzt:

- Bulle	Wiederholbarkeit:	
NR 60	0,00147 ⁺⁺	- 0,00221 ⁺⁺⁺
NR 90	0,00201 ⁺⁺⁺	- 0,00285 ⁺⁺⁺
NR 150	0,00173 ⁺⁺⁺	- 0,00439 ⁺⁺⁺
- Ejakulat	Wiederholbarkeit	
NR 60	0,00032	- 0,00253
NR 90	0,00137	- 0,00175
NR 150	0,00062	- 0,00305 ⁺⁺⁺

Durchschnittswerte von Produktionsmerkmalen von Bullen, bezogen auf einen Einsatzzeitraum von 90 Tagen:

	Altbullen	Jungbullen
Anzahl Pailletten	4 028	2 969
Anzahl erwarteter Kälber	2 359	1 756

Die Bestimmung der Produktionsmerkmale ist bei der Entscheidung über den Verbleib eines Bullen an der KB-Station wichtig in wirtschaftlicher und organisatorischer Hinsicht.

Mit Hilfe der derzeit üblichen Spermauntersuchungsmethoden gelingt es nicht, durch die Selektion des Spermas Unterschiede in der männlichen Fruchtbarkeit von Bullen und Ejakulaten aufzuheben. Auf die Schätzung des Zuchtwertes für die männliche Fruchtbarkeit, ausgedrückt als Non-Return-Rate, kann somit nicht verzichtet werden.

7. Summary

Correlations between semen characters and fertility traits of A. I. bulls at the A. I. -Station Meggle, Reitmehring-Rottmoos

The data are collected from 10 aged bulls and 25 young bulls of the German and Swiss Simmental breed at the A. I. centre of Meggle, Reitmehring-Rottmoos. Between May 1980 and April 1982 data of 990 ejaculates and 32 298 first inseminations are investigated.

Results:

Systematic factors significantly influencing semen characters are

- bull
- month
- days between ejaculates
- category of bulls

Significant correlations are obtained between the percentage of rejected ejaculates and the following semen characters

- | | |
|--|-------------------|
| - motility | $r = -0,25^{+++}$ |
| - percentage of dead spermatozoa | $r = 0,29^{+++}$ |
| - percentage of live spermatozoa | $r = -0,28^{+++}$ |
| - percentage of dead spermatozoa after thawing | $r = 0,37^{+++}$ |
| - percentage of live spermatozoa after thawing | $r = -0,39^{+++}$ |

Except the percentage of morphological abnormal spermatozoa there are no significant differences between return- and non-return-cows.

Significant correlations are obtained between the following average semen characters of ejaculates and non-return-rates of ejaculates

- volume
- density

The repeatability of the non-return rates of single inseminations is higher between bulls than between ejaculates within bulls. The following repeatabilities are estimated:

- bull		repeatability
	NR 60	0,00147 ⁺⁺ - 0,00221 ⁺⁺⁺
	NR 90	0,00201 ⁺⁺⁺ - 0,00285 ⁺⁺⁺
	NR 150	0,00173 ⁺⁺⁺ - 0,00439 ⁺⁺⁺

- ejaculate		repeatability
	NR 60	0,00032 - 0,00253
	NR 90	0,00137 - 0,00175
	NR 150	0,00062 - 0,00305 ⁺⁺⁺

Average semen production characters of bulls related to a period of 90 days are:

	aged bulls	young bulls
number of paillettes	4 028	2 969
number of expected calves	2 359	1 756

Deciding whether a bull keeps staying at the A. I. - station or not, investigation of semen production characters is important for economic and planning aspects.

With present semen evaluation methods it is not practicable to select semen which shows no difference in male fertility between bulls and between ejaculates within bulls. Therefore prediction of breeding values for male fertility is also necessary in the future.

8. Literaturverzeichnis

- AEHNELT, E. und J. HAHN, 1962: Zur Schwankung der Spermaqualität bei Besamungsbullen unter besonderer Berücksichtigung von Umweltbelastungen.
Züchtgskde., 34, 63 - 71
- AGUILAR, R. R., 1978: Some physical, cellular and biochemical studies of bovine semen and their relationship with fertility.
Diss. Abstr. Int., 39, 2031
- AKHTAR, M. W. und B. K. SINGH, 1979: Livability and fertility rate of spermatozoa in bovine cervical mucus under normal and disease conditions.
Indian Veterinary Journal, 56, 112 - 117
- ALMQUIST, J. O. und R. P. AMANN, 1976: Reproductive capacity of dairy bulls. XI. Puberal characteristics and postpuberal changes in production of semen and sexual activity of Holstein bulls ejaculated frequently.
J. Dairy Sci., 59, 986
- AYALON, N., 1981: Embryonic mortality in cattle.
Zuchthyg., 16, 97 - 109
- BANE, A., 1954: Studies on monozygous cattle twins. XV. Sexual functions of bulls in relation to heredity, rearing intensity and somatic conditions.
Acta Agric. Scand., 4, 95 - 208
- BAR-ANAN, R., 1980: Genetic inferences from frequency distribution of return intervals in dairy cows.
31. Jahrestagung der Europäischen Vereinigung für Tierzucht, München
- BEARDEN, H. J., HANSEL, W. M. und R. W. BRATTON, 1956: Fertilization and embryonic mortality rates of bulls with histories of either low or high fertility in artificial breeding.
J. Dairy Sci., 39, 312 - 318

- BECZE, J. und M. ALHEGYI, 1959: Zusammenhänge zwischen Beurteilungsfaktoren des Bullenspermas und der Konzeption.
Magyar Állatorvosok Lapja, 14, 291 - 294
- BISHOP, M. W. H., 1964: Paternal contribution to embryonic death.
J. Reprod. Fertil., 7, 383 - 396
- BOEHNKE, H.-J., SCHLÜTER, U., MARRÉ, H. und J. PFEILSTICKER, 1978 a:
Das Sperma von Besamungsbullen aus biologischer und ökonomischer Sicht.
Dtsch. Tierärztl. Wschr., 85, 160 - 164
- BOEHNKE, H.-J., KRAUSE, D., STEPHAN, E., PFEILSTICKER, J. und H. MARRÉ, 1978 b: Vergleich einiger Methoden zur Untersuchung von Bullensperma.
Zuchthyg., 13, 55 - 60
- BRATTON, R. W. und R. H. Foote, 1954: Semen production and fertility of dairy bulls ejaculated either once or twice at intervals of either four or eight days.
J. Dairy Sci., 37, 1439 - 1443
- BRATTON, R. W., FOOTE, R. H. und C. R. HENDERSON, 1954: Semen production and fertility of mature dairy bulls ejaculated either once or twice at 8-day interval.
J. Dairy Sci., 37, 1444 - 1448
- BRATTON, R. W., FOOTE, R. H., HENDERSON, C. R., MUSGRAVE, S. D., DUNBAR JR., R. S., DUNN, H. O. und J. P. BEARDSLEY, 1956: The relative usefulness of combinations of laboratory tests for predicting the fertility of bovine semen.
J. Dairy Sci., 39, 1542 - 1549
- BRINKS, J. S., 1972: Heritability of fertility components in beef bulls.
AI Digest, 20, 6 - 7

- BULMAN, D. C., 1979: A possible influence of the bull on the incidence of embryonic mortality in cattle.
Veterinary Record, 105, 420 - 422
- CALLAGHAN, B. D. und G. J. KING, 1980: Determination of the fertilization rate of A. I. sires.
Theriogenology, 14, 403 - 409
- CHENOWETH, P. J., 1980: Bull fertility.
Modern Veterinary Practice, 61, 987 - 991
- COULTER, G. H., ROUNSAVILLE, T. R. und R. H. FOOTE, 1976: Heritability of testicular size and consistency in Holstein bulls.
J. Anim. Sci., 43, 9 - 12
- CUNNINGHAM, E. P., 1982: Comparison of the efficiency of dairy cattle breeding programmes in different American, European and New Zealand populations.
Polykopie
- DISTL, O., RICHTER, H. und H. KRÄUSSLICH, 1982: Populationsanalyse von Fruchtbarkeitsparametern und Zuchtwertschätzung der Besamungsbullen und Väter auf Fruchtbarkeit mit der BLUP-Methode.
Züchtgskde., 54, 245 - 256
- DUIJN JR., C. VAN, 1971: Beziehungen zwischen den Eigenschaften des Samens und der Befruchtungsfähigkeit.
Dtsch. Tierärztl. Wschr., 78, 134 - 139
- EIBL, K., 1959: Lehrbuch der Rinderbesamung
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg
- EVERETT, R. W. und B. BEAN, 1982: Environmental influences on semen output.
J. Dairy Sci., 65, 1303 - 1310
- EVERETT, R. W., BEAN, B. und R. H. FOOTE, 1978: Sources of variation of semen output.
J. Dairy Sci., 61, 90 - 95

- FOOTE, R. H., SEIDEL JR., G. E., HAHN, J., BERNDTSON, W. E. und G. H. COULTER, 1977: Seminal quality, spermatozoal output and testicular changes in growing Holstein bulls.
J. Dairy Sci., 60, 85 - 88
- GALLOWAY, D. B. und J. R. NORMAN, 1980: Laboratory examination of semen of domestic animals as a diagnostic aid.
IX. International Congress on Animal Reproduction and Artificial Insemination, Madrid, III, 219
- GASTEIGER, F., 1980: Genetisch-statistische Auswertungen von Fruchtbarkeitsdaten einer Besamungspopulation.
Vet. Med. Diss., München
- GAUNT, S. N., DAMON JR., R. A. und B. H. BEAN, 1976: Heritability and repeatability of fertility of dairy sires.
J. Dairy Sci., 59, 1502 - 1504
- GÖTZE, R., 1949: Besamung und Unfruchtbarkeit der Haussäugetiere.
Verlag Schaper, Hannover
- GOOSSENS, J. M. M. und Th. P. R. VAN DEN BERG, 1980: Significance of total sperm numbers and microscopic evaluation of bull semen frozen in pellets in relation to fertility.
Theriogenology, 14, 429 - 432
- HAASE, H. und S. BACH, 1979: Die Bedeutung der veterinärmedizinischen Andrologie für die Stabilisierung der Befruchtungsergebnisse.
Mh. Vet. Med., 34, 457 - 461
- HAFS, H. D., 1972: Management of bulls to maximize sperm output.
AI Digest, 20, 8 - 10
- HAFS, H. D., HOYT, R. S. und R. W. BRATTON, 1959: Libido, sperm characteristics, sperm output and fertility of mature dairy bulls ejaculated daily or weekly for thirty-two weeks.
J. Dairy Sci., 42, 626 - 636

- HAHN, J., FOOTE, R. H. und G. E. SEIDEL JR., 1969 a: Testicular growth and related sperm output in dairy bulls.
J. Anim. Sci., 29, 41 - 47
- HAHN, J., FOOTE, R. H. und E. T. CRANCH, 1969 b: Tonometer for measuring testicular consistency of bulls to predict semen quality.
J. Anim. Sci., 29, 483 - 489
- HAHN, J., FOOTE, R. H. und G. E. SEIDEL JR., 1969 c: Quality and freezability of semen from growing and aged dairy bulls.
J. Dairy Sci., 52, 1843 - 1848
- HAMORI, D., 1982: Fortpflanzungshygienische Untersuchungen in großbetrieblichen Tierbeständen. Vererbliche Samenzellendefekte und deren Einfluß auf die Fertilität.
Magyar Állatorvosok Lapja, 37, 36 - 40
- HANKS, D. R., BAILEY, C. M., DOW JR., J. S. und L. E. LINDNER, 1981: Breed-type effects on fertility traits of young bulls.
Theriogenology, 15, 591 - 598
- HANSEN, K., 1979: Genetic investigations on male and female fertility in cattle.
Livest. Prod. Sci., 6, 325 - 334
- HESS, R. und K. MUDRA, 1968: Beziehungen zwischen der Anzahl Spermien pro Besamungsdosis und dem Befruchtungsergebnis beim Rind.
Fortpfl. Haust., 4, 215 - 223
- HORST, V. J. G. VAN DER, ELGERSMA, A., BOER, M. J. und A. C. BESTEBROER, 1979: Some biochemical parameters for qualification of bull semen.
Veterinary Quarterly, 1, 97 - 108
- HULTNÄS, C. A., 1959: Studies on variation in mating behaviour and mating pictures in young bulls of the Swedish Red- and White breed and on causes of this variation.
Acta Agric. Scand., 6, 1 - 82

- KÄHN, W., PFETSCH, J. und W. LEIDL, 1982 a: ADP- und AMP-Bestimmung im Sperma mit dem Biolumineszenzverfahren.
Zuchthyg., 17, 1 - 8
- KÄHN, W., PFETSCH, J. und W. LEIDL, 1982 b: ATP-, ADP- und AMP-Gehalt von Spermien einiger Haustiere und des Menschen sowie von Bullenspermien während der Tiefgefrierkonservierung.
Zuchthyg., 17, 49 - 55
- KIDDER, H. E., BLACK, W. G., WILTBANK, J. N., ULBERG, L. C. und L. E. CASIDA, 1954: Fertilization rates and embryonic death rates in cows bred to bulls of different levels of fertility.
J. Dairy Sci., 37, 691 - 697
- KNAUS, E. und M. N. SHANDOMO, 1978: Untersuchungen zum Befruchtungsvermögen abnormer Samenfäden.
Tierärztliche Umschau, 33, 146 - 150
- KRÄUSSLICH, H., 1981: Züchtung auf Fruchtbarkeitsleistungen
Züchtgskde., 53, 472 - 480
- KRAUSE, D., 1966: Untersuchungen am Bullensperma unter Berücksichtigung der fertilitätsdiagnostischen Bedeutung der Befunde.
Vet. Med. Habil.-Schr., Hannover
- KRAUSE, D., 1977: Männliches Genitale.
In: Rosenberger, G.: Die klinische Untersuchung des Rindes.
Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg, 2. Auflage, 324 - 372
- KRÓLIŃSKI, J., 1979: Effect of bull age on the survival of spermatozoa and effect of artificial insemination of cows.
Medyzyna Weterynaryjna, 35, 238 - 239
- KUPFERSCHMIED, H., 1975: Einige Spermwerte schweizerischer Rinderassen mit besonderer Berücksichtigung des Simmentaler Fleckviehs.
Schweiz. Arch. Tierheilkd., 117, 357 - 364

- KUPFERSCHMIED, H., GAILLARD, C. und A. KOZAK, 1974: Biometrische Untersuchungen über den Skrotalumfang beim Simmentaler Fleckvieh.
Schweiz. Arch. Tierheilkd., 116, 263 - 272
- KUPFERSCHMIED, H., 1979: Wird die Befruchtungsfähigkeit des Samens durch die Langzeitlagerung beeinträchtigt?
Mitt. Schweiz. Verb. Künstl. Bes. u. Schweiz. Arbg. Künstl. Bes., 17, 60 - 61
- KUPFERSCHMIED, H., GAILLARD, C. und J. RANARISON, 1981: Anzahl Spermien pro Besamungsdosis und Non-Return-Rate beim Rind.
Zuchthyg., 16, 206 - 211
- LAGERLÖF, N., 1934: Morphologische Untersuchungen über Veränderungen im Sperma und in den Hoden bei Bullen mit verminderter oder aufgehobener Fertilität.
Acta Phathologica et Microbiologica Scandinavica, XIX, 254
- LAING, J. A., 1945: Observations on the characteristics of the semen in relation to fertility in the bull.
J. Agric., 35, 1 - 24
- LEE, A. J., SALISBURY, G. W., BOYD, L. J. und W. INGALLS, 1977: In vitro aging of frozen bull semen.
J. Dairy Sci., 60, 89 - 95
- LEDERER, J. A., 1981: Stand der Zuchtwertschätzung für Melkbarkeit, Fruchtbarkeits- und Abkalbmerkmale in Niedersachsen.
Aussch. f. genetisch-statistische Meth. in der Tierzucht, 23. - 25. 3. 1981, Ratzeburg
- LEIDL, W. SCHMALFELDT, B. und I. WASSERSTRASS, 1967: Die Bedeutung von Hoden- und Nebenhodenanomalien, insbesondere von Hodendrehungen bei Höhenfleckvieh- und Braunviehtieren für die Fruchtbarkeit.
Zuchthyg., 2, 49 - 54

- LEIDL, W., SAMBRAUS, H. H. und W. BIEGERT, 1968: Wirkung des Objektwechsels auf die Sexualpotenz von Stieren. Zuchthyg., 3, 97 - 106
- LEIDL, W., SCHEFELS, W., STOLLA, R. und E. METZGER, 1971: Differenzierung und Befruchtungsvermögen pathologischer Spermien. Dtsch. Tierärztl. Wschr., 78, 129 - 134
- LEUKKUNEN, A. und U. B. LINDSTRÖM, 1981: Genetic and environmental factors affecting return rates, embryo losses and fertilization of ova in artificially inseminated cows. Z. Tierzüchtg. Züchtgsbiol., 98, 102 - 107
- LIEBENBERG, O. und G. BRÜCKNER, 1970: Geno- und phänotypische Untersuchungen der Befruchtungs- und Fruchtbarkeitsleistung des DSR und ihre Interaktionen. Arch. Tierz., 13, 361 - 373
- LINFORD, E., GLOVER, F. A., BISHOP, C. und D. L. STEWART, 1976: The relationship between semen evaluation methods and fertility in the bull. J. Reprod. Fert., 47 283 - 291
- LÜHMANN, P., SCHWARK, H.-J. und G. KUNERT, 1973: Untersuchungen zur Geschlechtsreife, zur Spermaerzeugung und Spermaqualität sowie zum Sexualverhalten von Jungbullen. 1. Mitteilung Arch. Tierzucht, 16, 517 - 528
- MACMILLAN, K. L., 1973: Why do bulls differ in fertility? Proc. New Zealand Soc. Anim. Prod., 33, 49 - 61
- MAIJALA, K., 1966: Fruchtbarkeit und Erbllichkeit. Züchtgskde., 38, 5385 - 5399
- MAIJALA, K., 1969: Über die Erbllichkeit von Spermaeigenschaften von Bullen. Tierzüchter, 21, 62 - 65

MANN, Th. und C. LUTWAK-MANN, 1977: Alte und neue Wege der Fortpflanzungslehre.

Zuchthyg., 12, 97 - 104

MARRÉ, H. und W. ROMANOWSKI, 1980: Vergleichende Studie verschiedener Spermienkonzentrationen bei der Besamung mit der Minitübmethode.

Rinderproduktion, 44, 15

MCCRAW, R. L., 1982: Evaluating fertility of dairy bulls using dairy herd improvement data.

Anim. Bred. Abstr., 50, 650

MENDENDES BUXADERA, A., GUERRA, D., MORALES, J. R. und J. DORA, 1978: The heritability of fertility in Holstein sires.

Proc. XIV. Int. Congr. on Genetics, Moscow, I, 523

MESZAROS, ST., 1976: Der Einfluß der intensiven Aufzucht auf die Samenproduktion von Jungbullen.

Dtsch. Tierärztl. Wschr., 83, 542 - 544

MUDRA, K. und A. GÜNTHER, 1968: Der Einfluß der Fütterungsintensität auf die Spermaproduktion von Bullen.

Fortpfl. Haust., 4, 224 - 236

MÜLLER, E. und J. SZILAGYI, 1963: Untersuchungen über den Einfluß von Alter und Rassen auf die Samenproduktion von Jungbullen.

Zuchthyg., 7, 111 - 119

MÜLLER, E. und J. SZILAGYI, 1965: Untersuchungen über den Einfluß einiger Umweltfaktoren auf die Produktion und Qualität von Stiersamen.

Wien. Tierärztl. Mschr., 52, 139 - 154

MÜLLER, E., RITTMANNSPERGER, F. und J. SZILAGYI, 1971: Untersuchungen über Heritabilität, phänotypische und genetische Korrelationen von Reproduktionsmerkmalen bei intensiv aufgezogenen Jungstieren.

Wien. Tierärztl. Mschr., 58, 167 - 171

- MÜLLER, E., BRANDL, G. und G. MAYRHOFER, 1979: Beziehungen zwischen täglicher Gewichtszunahme und Samenmerkmalen bei Teststieren der Fleckviehrasse.
Wien. Tierärztl. Mschr., 66, 217 - 218
- MÜLLER, K. E., 1983: Prinzipien der Spermauntersuchung.
In: Künstliche Besamung bei Nutztieren.
W. Busch, K. Löhle, W. Peter, Verlag F. Enke, Stuttgart
- MURRAY, B. B., SCHAEFFER, L. R. und E. B. BURNSIDE, 1977:
Estimation of breeding values for non-return rates of Canadian Holstein-Friesian sires.
Anim. Bred. Abstr., 46, 247
- NEVILLE, W. J., GRAHAM, E. F. und R. E. BOWER, 1971: Relationship of bovine semen quality to fertility.
J. Dairy Sci., 54, 787
- OLTENACU, E. A. B., FOOTE, R. H. und B. BEAN, 1980: Effects of two simulated semen culling programs on predicted fertility in an artificially inseminated cow population.
J. Dairy Sci., 63, 1351 - 1355
- OSTERKORN, K., 1974: Vergleich verschiedener Methoden der Non-Return-Schätzung.
Zuchthyg., 2, 71 - 72
- PACE, M. M., 1980: Fundamentals of assay of spermatozoa.
9. Int. Congr. Reprod. Anim. Insem. Artif., Madrid, I, 133 - 146
- PAPA, F. O., PFEILSTICKER, J., MARRÉ, H., KRAUSE, D. und K. F. WEITZE, 1982: Problematik der Beziehungen zwischen spermatologischen Parametern und Besamungsergebnissen nach Anwendung von tiefgefrorenem Bullensperma.
Veterinär-Humanmedizinische Tagung (Verhandlungsbericht), Giessen, 113

- PAPE, H.-C., CLAUS, J. und E. KALM, 1982: Estimation for fattening performance and semen production of young bulls. 2. World Congress of Genetics applied to Livestock Production, Madrid, 563 - 568
- PFEILSTICKER, J., 1975: Erfahrungen mit einem fahrbaren Phantom (Modell Cassou, L'Aigle) für die Samengewinnung beim Bullen. Dtsch. Tierärztl. Wschr., 82, 63 - 66
- PIRCHNER, R., 1968: Züchterische Probleme in der Fortpflanzung mit besonderer Berücksichtigung der künstlichen Besamung. Z. Tierzücht. Züchtgsbiol., 84, 201 - 219
- REINHARD, R., 1980: Untersuchungen über Zusammenhänge zwischen spermatologischen Befunden von Bullenejakulaten und den Befruchtungsergebnissen im Besamungseinsatz. Vet. Med. Diss., Berlin
- RIEMKE, P., 1984: Untersuchungen zur Motilitäts- und Geschwindigkeitsmessung von Bullenspermien mit Hilfe der Videomikrographie. Vet. Med. Diss., München
- RITTMANNSPERGER, F., MÜLLER, E. und J. SZILAGYI, 1968: Sprungfähigkeit und Mast- und Schlachteigenschaften bei Jungbullen der Höhenviehrrassen. Züchtgskde., 40, 27 - 33
- RODIONOVSKII, V. M., 1978: Age variation and heritability of semen production indices in Kostroma stud bulls. Anim. Bred. Abstr., 46, 704
- ROSENHAHN, E. und N. MÄCKLE, 1967: Die Genauigkeit von Ejakulationsuntersuchungen zur Bestimmung der Befruchtungsfähigkeit von Bullensperma. Zuchthyg., 2, 19 - 24

- RUTTLE, J. L., EZAZ, Z. und E. J. SCEERY, 1975: Some factors influencing semen characteristics in range bulls.
J. Anim. Sci., 41, 1069 - 1076
- SAAKE, R. G. und J. M. WHITE, 1972: Semen quality tests and their relationship to fertility.
Proc. 4. Tech. Conf. Artific. Insem. and Reprod., NAAB, Chicago, 22 - 27
- SAMOILO, G. A., 1969: Age variation and heritability of fertilising of spermatozoa of Latvian Brown bulls.
Anim. Bred. Abstr., 37, 601
- SAMOILO, G. A., 1971: Heritability of semen production by bulls.
Anim. Bred. Abstr., 39, 75
- SAMOILO, G. A., 1976: Heritability of fertility of Russian Black Pied bulls.
Anim. Bred. Abstr., 44, 353
- SALISBURY, G. W. und F. H. FLERCHINGER, 1967: Aging phenomena in spermatozoa. I. Fertility and prenatal losses with use of liquid semen.
J. Dairy Sci., 50, 1675 - 1678
- SALISBURY, G. W., 1967: Aging phenomena in spermatozoa.
III. Effect of season and storage at -79 to -88 °C on fertility and prenatal losses.
J. Dairy Sci., 50, 16 - 1689
- SCHLOTE, W. und J. MÜNKES, 1980: Population parameters of semen characteristics and non-return rate of test bulls.
31. Jahrestagung der Europäischen Vereinigung für Tierzucht, München
- SCHLÜTER, U., 1977: Untersuchungen zur Auswertung von Daten aus der Gewinnung, Untersuchung und Konservierung von Bullensperma unter Berücksichtigung biologischer und ökonomischer Aspekte.
Vet. Med. Diss., Hannover

- SCHMID, R., 1974: Genetisch-statistische Auswertung der Non-Return-Rate und einiger Spermaeigenschaften in einer Fleckvieh- und Gelbviehpopulation.
Vet. Med. Diss., München
- SCHMID, R., KRAUSSLICH, H. und K. OSTERKORN, 1974: Genetisch-statistische Auswertung der Non-Return-Rate von Prüfbullen des Besamungsvereins Neustadt/Aisch.
Züchtgskde., 46, 450 - 457
- SCHMIDT, D., 1970: Beziehungen zwischen Spermaeigenschaften und Befruchtungsergebnissen beim Einsatz pelletierten Bullenspermas.
Fortpfl. Haust., 6, 74 - 80
- SCHMIDT, D. und K. MUDRA, 1974: Einfluß der Spermienzahl je Besamungsdosis auf die Befruchtungsergebnisse pelletierten Bullenspermas.
Arch. Tierzucht, 17, 13 - 20
- SCHWARK, H.-J., KUNERT, G. und P. LÜHMANN, 1974: Untersuchungen zur Geschlechtsreife, zur Spermaerzeugung und Spermaqualität sowie zum Sexualverhalten von Jungbullen. 2. Mitteilung
Arch. Tierzucht, 17, 21 - 29
- SEIDEL JR., G. E. und R. H. FOOTE, 1969: Influence of semen collection interval and tactile stimuli on semen quality and sperm output in bulls.
J. Dairy Sci., 52, 1074 - 1079
- SEKONI, G. und E. K. GUSTAFSSON, 1980: The incidence of sperm abnormalities in dairy bulls and effects of age and season.
9. Int. Congr. Reprod. Anim. Insem. Artif., Madrid, III, 284
- SHANNON, P. und S. R. SEARLE, 1962: Heritability and repeatability of conception rate of bulls in artificial breeding.
J. Dairy Sci., 45, 86 - 90

- SIEGWART, L., 1969: Alimentäre und meteorotrope Beeinflussung der Spermatogenese beim Bullen.
Vet. Med. Diss., Giessen
- SIRATSKII, I. Z., PAVLOVA, O. P., KOVALENKO, G. S. und D. U. SHAPARUA, 1974: Age variability and heritability of the production and fertilising ability of semen of Red Steppe bulls.
Anim. Bred. Abstr., 42, 550 - 551
- SIRATSKII, I. Z., 1982: Variability and heritability of re-productive traits of Carpathian Brown bulls.
Anim. Bred. Abstr., 50, 652 - 653
- SMITH, M. F., MORRIS, D. L., AMOSS, M. S., PARISH, N. R., WILLIAMS, J. D. und J. N. WILTBANK, 1981: Relationships among fertility, scrotal circumference, seminal quality and libido in Santa Gertrudis bulls.
Theriogenology, 16, 379 - 397
- STEMMLER, K. H., STEMMLER, H., BRÜCKNER, G., BACH, S. und H. HAASE, 1973: Der Einfluß des Bullen auf die Befruchtungsleistung seiner männlichen Nachkommen - geprüft anhand von Spermaeigenschaften und des Befruchtungsergebnisses.
Arch. Tierzucht, 16, 335 - 345
- STEPHAN, E., LORRMANN, W. und J. DYCKA, 1971: Zur Problematik der Klimaempfindlichkeit bei Haustieren (Auswirkungen experimenteller Wärmebelastungen auf Bullen). 1. Mitteilung: Einige meßbare Eigenschaften des Ejakulates.
Zuchthyg., 1, 19 - 38
- STEWART, D. L., O'HAGAN, C. und F. A. GLOVER, 1972: The prediction of the fertility of bull semen from laboratory tests.
7. Int. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem., Munich, 1280 - 1283
- STOCKER, S. G., 1976: A study of the fertility of young Holstein males previously unselected for fertility.
Diss. Abstr. Int., 37, 539

- STOLLA, R., 1981: Zur Selektion von Spermien im weiblichen Genitale.
Zuchthyg., 16, 11 - 21
- STRZEDEK, J., JASICROWSKI, T. und H. CZECHOT, 1982: Genetic and biochemical indices used for an assesment of the suitability of young bull semen for preservation in liquid nitrogen.
2. World Congress of Genetics applied to Livestock Production, Madrid, 493 - 502
- SYRSTAD, C., 1981: Selection for fertility on the basis of AI data.
Livst. Prod. Sci., 8, 247 - 252
- TROFIMENKO, A. L., 1972: Some genetic indices of fertilising ability of bull spermatozoa.
Anim. Bred. Abstr., 40, 682 - 683
- UZU, G., COURTENS, I. L. und M. COUROT, 1976: Quantitative analysis of ultrastructural abnormalities of spermatozoa from bulls of different fertility.
8. Int. Congr. Anim. Reprod. Artif. Insem., Cracow, 748 - 751
- WYL, P. VON, 1979: Alter und Samenvorrat beim Abgang der Stiere an der Besamungsstation Neuenburg.
Mitt. Schweiz. Verb. Künstl. Bes. u. Schweiz. Arbg. Künstl. Bes., 17, 58 - 60
- ZELFEL, S., 1964: Genealogische Untersuchungen über die Fruchtbarkeit bei schwarzbunten Besamungsbullen im Zuchtgebiet der Deutschen Demokratischen Republik.
Kühn-Arch., 77, 241 287
- ZODER, H. F., AVERDUNK, G., SCHWARZ, E. und K. EIBL, 1969: Einfluß von Aufzuchtintensität und fieberhaften Erkrankungen auf Merkmale des Deckverhaltens und der Samenqualität bei Jungbullen.
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 76, 351 - 354

D A N K S A G U N G

Mein aufrichtiger Dank gilt Herrn Professor Dr. H. Kräußlich für die Überlassung des Themas, für die wertvollen Hinweise und für die großzügige Unterstützung meiner Arbeit.

Mein Dank gilt besonders Herrn Dr. O. Distl für die statistischen Auswertungen und die verständnisvolle und aufmerksame Betreuung während der gesamten Anfertigung dieser Arbeit.

Weiterhin gilt mein Dank der Besamungsstation Meggle, besonders den Herren Dr. H. Richter und Dr. W. W. Lampeter, für die Bereitstellung des Materials.

LEBENS LAUF

Name: Martin Maria Ziegler

Geburtsdatum: 29. Juni 1954

Geburtsort: Aidenbach

Eltern: Josef Ziegler, Landwirt
Anni Ziegler, geb. Priller

1960 - 1965 Volksschule Beutelsbach

1965 - 1970 Gymnasium Deggendorf

1970 - 1974 Gymnasium Vilshofen

1974 - 1976 Studium der Chemie an der
Universität Regensburg (3 Semester)

1976 - 1977 Arbeit als Tierpfleger
in Oberschleißheim

1977 - 1979 Studium der Tiermedizin an der
Freien Universität Berlin

1979 - 1982 Studium der Tiermedizin an der
Ludwig-Maximilians-Universität München

30. Juni 1982 Approbation als Tierarzt

seit Aug. 1982 beschäftigt als Tierarzt beim Tiergesundheits-
dienst Bayern e. V., Grub

